

Stratigraphie und Tektonik der Flyschzone nördlich

des Colle di Tenda

Provinz Cuneo / Piemonte, Italien

I N A U G U R A L - D I S S E R T A T I O N

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

MATHEMATISCH - NATURWISSENSCHAFTLICHEN FAKULTÄT

der

FREIEN UNIVERSITÄT BERLIN

vorgelegt von

D I E T R I C H R A A T Z

aus Berlin

1963

Druck:

Ernst - Reuter - Gesellschaft
der Förderer und Freunde der Freien Universität e.V.

Dissertations - Druckstelle

Berlin-Dahlem, Garystr. 45, Tel.: 76 52 61, App. 668

Stratigraphie und Tektonik der Flyschzone nördlich

des Colle di Tenda

Provinz Cuneo / Piemonte, Italien

I N A U G U R A L - D I S S E R T A T I O N

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

MATHEMATISCH - NATURWISSENSCHAFTLICHEN FAKULTÄT

der

FREIEN UNIVERSITÄT BERLIN

vorgelegt von

D I E T R I C H R A A T Z

aus Berlin

1963

I. Referent: Prof. Dr. M. Richter
II. Referent: Prof. Dr. K.-R. Mehnert

Tag der mündlichen Prüfung: 25.1.1963

Tag der Promotion: 24.2.1963



Gedruckt mit Genehmigung der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Freien Universität Berlin.

Inhaltsverzeichnis

1.0	<u>Vorwort</u>	5
2.0	<u>Einleitung</u>	7
2.1	Geologische Übersicht und Problemstellung.....	7
2.2	Lage und Begrenzung des Untersuchungsgebietes.	8
2.3	Historischer Rückblick.....	10
3.0	<u>Stratigraphie und Tektonik</u>	14
3.1	Das Autochthon.....	14
3.11	Basisserie (Tertiärflysch).....	14
3.111	Nummulitenkalk.....	17
3.112	Mergel-Sandstein-Serie.....	19
3.2	Das Parautochthon.....	22
3.21	Die "Einheit des Colle di Tenda".....	23
3.211	Trias.....	25
3.2111	Rauchwacken.....	25
3.2112	Rote, sandige Schiefer.....	26
3.2113	Oolithe.....	27
3.212	Jura.....	27
3.2121	Malmkalke.....	28
3.213	Kreide.....	33
3.2131	Echinodermenkalke.....	33
3.2132	Dünnbankige Kalke.....	34
3.214	Tertiärflysch.....	35
3.2141	Basalkonglomerat.....	37
3.2142	Nummulitenkalk.....	39
3.2143	Flysch noir s.str.....	42
3.22	Die Schuppe des Monte Sapè.....	47
3.221	Jura.....	47
3.222	Kreide.....	48
3.223	Tertiärflysch.....	48
3.2231	Basalkonglomerat.....	48
3.2232	Nummulitenkalk.....	49
3.2233	Flysch noir s.str.....	51
3.224	Tektonik der Schuppe des Monte Sapè.....	51
3.23	Die Schuppenzone des Valle Arpiola.....	54
3.231	Der Bric Castea.....	54
3.232	Die Bedeutung der Gleitbretter innerhalb des Valle Arpiola.....	56

3.24	Oberkreideflysch.....	61
3.241	Imperiaserie.....	62
3.242	Alassioserie.....	63
3.243	Saccarelloserie (Helminthoidenflysch i.e.S.)..	64
3.244	Bordigherasandstein.....	64
3.245	Buntschieferserie.....	65
3.246	Zur Tektonik des Oberkreideflysch.....	66
3.25	Die Zone des Briançonnais.....	69
3.251	Albengaserie (Tertiärflysch).....	69
3.252	Das Mesozoikum der Zone des Briançonnais.....	74
4.0	<u>Tektonische Synthese des Untersuchungsgebietes</u>	77
5.0	<u>Quartäre Bildungen und das Relief</u>	81
5.1	Quartäre Bildungen.....	81
5.2	Das Relief.....	82
6.0	<u>Zusammenfassung</u>	85
6.1	Riassunto.....	89
7.0	<u>Literaturverzeichnis</u>	91

Anlagen: 1 geol. Karte und 1 Profiltafel

Vorwort

Die Anregung zu der vorliegenden Arbeit verdanke ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Max Richter.

Bei gemeinsamen Begehungen des Geländes und bei zahlreichen Exkursionen durch die benachbarten Gebiete hat er mich mit den Problemen dieser interessanten Region vertraut gemacht und mir stets bei der Auswertung der Ergebnisse mit seinem Rat zur Seite gestanden.

Es ist mir daher ein Bedürfnis, ihm an dieser Stelle für die Vielzahl der Hinweise und Ratschläge meinen besonderen Dank auszusprechen.

Herrn Professor Dr. Karl Richard Mehnert möchte ich für die Unterstützung danken, die er mir bei den mikroskopischen Untersuchungen von Gesteinsdünnschliffen zuteil werden ließ.

Mein Dank gilt ebenfalls Herrn Dr. Klaus Reutter und Herrn Dr. Wolfgang Sames, die bei Exkursionen in das Gelände und anschliessenden fruchtbaren Diskussionen viele wertvolle Hinweise für die Arbeit gegeben haben.

Auch Herrn Dr. Bortolo Franceschetti vom Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Turin danke ich für die Anregungen, die ich von ihm bei gemeinsamen Geländebegehungen erhielt.

Außerdem danke ich Herrn Dr. H. Hagn, München, für die freundliche Bestimmung einer Anzahl von Fossildünnschliffen.

2.0 Einleitung

2.1 Geologische Übersicht und Problemstellung

Zwischen den autochthonen helvetischen Massiven des Pelvoux und Mercantour (Argentera) sowie der Zone des Briançonnais schaltet sich ein Flyschgebiet ein, das durch eine Einengungszone zwischen dem Colle di Maddalena (Col de Larche) und dem Colle di Tenda in die beiden Flyschtröge des Ubaye-Embrunais und Liguriens geteilt wird.

Beide Regionen gleichen sich in ihrer Stratigraphie, während sich der sie miteinander verbindende schmale Flyschstrang zwischen den beiden Pässen durch seinen stark verminderten Schichtbestand und seine Schuppentektonik auszeichnet.

Der Flyschtrogl Liguriens, der an der Küste zwischen Ventimiglia und Cerialle eine Breite von über 60 km besitzt, gliedert sich in drei parallel streichende und nach NW zuspitzende Flyschstränge, deren tertiäre Anteile (Basisserie, Albengaserie) dem Mercantourmassiv bzw. der Zone des Briançonnais transgressiv auflagern. Zwischen diese beiden Serien liegt sich mit tektonischem Kontakt der Kreideflysch "fächerförmig" (M. RICHTER, 1960) auf Basis- und Albengaserie.

Eine ähnliche Dreiteilung ergibt sich auch im Ubaye-Embrunais. Hinzu kommt hier an der Basis des Kreideflysch ein parautochthoner Tertiärflysch mit mächtigen mesozoischen Schuppen im Liegenden. Diese parautochthone Einheit findet sich vom Valle Stura an bis zur Bassa Crocetta in Ligurien wieder und ist hier als "Komplex II" (R. MALARODA, 1957) bzw. als "unité du col de Tende" (P. FALLOT, M. LANTEAUME, 1956) bekannt.

Ungelöste Probleme liegen vor allem in der tektonischen Stellung des Oberkreideflysch. Zu diesem Problem sind eine Reihe von Arbeiten erschienen. Aus der Frage nach der ursprünglichen Lage des Sedimentationsraumes dieses Flyschkomplexes entwickelten sich zwei gegensätzliche Theorien.

P. FALLOT und M. LANTEAUME als Vertreter der einen Rich-

tung erklären, daß der Kreideflysch des Ubaye-Embrunais und Liguriens über die Zone des Briançonnais als Decke hinweggeglitten ist und zusammen mit dem Kreideflysch des Apennins eine gemeinsame Wurzelzone innerhalb der Poebene besitzt.

M. RICHTER hingegen vertritt in seinen Arbeiten "Über den Bau der Ligurischen Alpen" (1959, 1960, 1961) die Ansicht, daß der Oberkreideflysch, ähnlich wie der Niesen- und Prä-tigau flysch, die autochthon nördlich des Penninikums in einer penninischen Außenzone liegen, in einem der Zone des Briançonnais vorgelagerten Außenbecken sedimentiert worden ist. Durch die Annäherung, die zwischen den helvetischen Massiven und der Zone des Briançonnais stattgefunden hat, schob sich der Oberkreideflysch fächerförmig zu beiden Seiten auf die autochthonen tertiären Flyschsedimente.

Das Hauptziel der Arbeit ist die Klärung der Stratigraphie und der Tektonik des Flysch nördlich des Colle di Tenda. Es sollte festgestellt werden, inwieweit die Serien des Ligurischen Flyschtroges bis in diese tektonisch stark verengte Zone hineinstreichen und inwieweit überhaupt eine Parallelisierung zwischen Ligurischem Flysch und Ubaye-Embrunais Flysch möglich ist. Der Parallelisierung wurde die Flyschgliederung von M. RICHTER zugrunde gelegt, welcher in seiner dreiteiligen Arbeit: "Über den Bau der Ligurischen Alpen" (1959, 1960, 1961) aufstellte.

Hiermit im Zusammenhang steht auch die Frage über die Herkunft des Oberkreideflysch und auch das Problem der Schichtreduzierung zwischen dem Colle di Maddalena und dem Colle di Tenda, die entweder durch eine frühzeitige Erosion eingetreten ist oder dadurch, daß in diesem Raume eine großartige Verschluckungszone vorliegt.

2.2 Lage und Begrenzung des Untersuchungsgebietes

Die Kartierung zu der vorliegenden Arbeit wurde in den Sommermonaten der Jahre 1959-1961 durchgeführt. Als Grundlage hierzu dienten die topographischen Karten des "Istituto geografico militare" im Maßstab 1 : 25.000, Blatt "Limone Piemonte", "Certosia di Pesio", "Colle di Tenda" und "Ten

da", aufgenommen in den Jahren 1901 bzw. 1937.

Das Untersuchungsgebiet liegt innerhalb der Ligurischen Alpen auf halbem Wege zwischen Turin und Ventimiglia, nördlich des Colle di Tenda, der seit der Grenzverlegung im Jahre 1947 die neue Staatsgrenze zwischen Italien und Frankreich bildet.

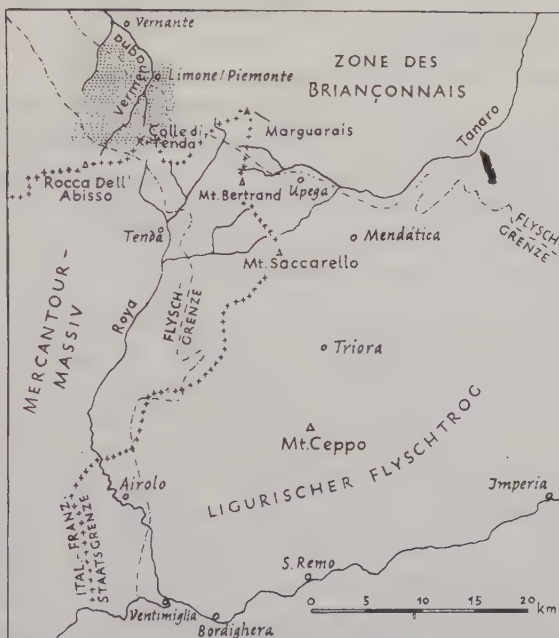


Abb. 1. Lage des Kartierungsgebietes

Die Abgrenzung des bearbeiteten Areals erfolgte z.T. nach geographischen, z.T. nach geologischen Gesichtspunkten. Im SW bildet das Mercantourmassiv (Argenteramassiv) mit seinem autochthonen Sedimentmantel die Begrenzung. Sie läuft am Vallone degli Alberghi entlang über die Costa Lausea, südwestlich des Monte Ciotto Mien vorbei zum Rio Prati della Chiesa. Von dort zieht sie nordöstlich der Punta Bussaia bis an den Colle di Tenda heran.

Dieser bildet gleichzeitig die Hauptwasserscheide zwischen dem Flußsystem der Vermentagna, das über die Stura di Demon-

te und den Tanaro in den Po mündet, und dem System der Roya, das nach SE entwässert und bei Ventimiglia ins Ligurische Meer mündet. Wegen der Höhendifferenz zwischen Quelle und Mündung von 2.000 m auf eine Entfernung von ca. 70 km hat sich die Roya, ganz im Gegensatz zur Vermentagna, teilweise tief in ihr Gesteinsbett eingegraben. Eine Anzahl kleinerer Elektrizitätswerke nutzt das starke Gefälle zur Stromerzeugung aus.

Im Osten endet das Gebiet etwa mit der Linie Bric Campaino - Limone/Piemonte. Nach Nordosten bildet die Zone des Briançonnais mit ihren triassischen Kalken und Quarziten die Abgrenzung bis zum Rio Valle Grande, welcher die geographische Westgrenze darstellt und seine südliche Fortsetzung im vorhergenannten Vallone degli Alberghi, dem südwestlichsten Punkte des Gebietes, hat.

Die höchsten Erhebungen des Gebietes sind der Monte Creusa mit 2.384 m und der Monte Ciotto Mien mit 2.378 m. Beide sind Berge der autochthonen Basisserie, die mit ihren Mergeln und Sandsteinen keine steileren Felwände zeigen. Anders dagegen verhalten sich die stark zerklüfteten marmorisierten Kalke des oberen Jura, die schroffe Steilhänge und stark ausgeprägte Schuttfächer bilden, auf denen nur eine spärliche Pflanzendecke gedeiht. Dadurch ergeben sich in diesen Kalken gute Anrisse.

Die Flyschserien, die mit ihren Mergeln ausgezeichnete wasserspeichernde Eigenschaften besitzen und einen fruchtbaren Boden bilden, werden als Ackerland, für Kastanienkulturen und als Weideland genutzt oder sind von dichtem Buschwerk bestanden. Im allgemeinen sind die Aufschlußverhältnisse gut.

Der tiefste Punkt des bearbeiteten Areals liegt südlich von Vernante bei Tetti Ciastel im Rio Valle Grande auf 800 m. Somit ergibt sich ein maximaler Höhenunterschied von etwa 1.600 m.

2.3 Historischer Rückblick

Erste Hinweise über die Geologie des Gebietes finden sich

schon sehr frühzeitig. So gibt L. PARETO 1846 einen ersten allgemeinen Überblick über das "Liguria marittima".

Aber erst durch D. ZACCAGNA (1887), S. FRANCHI (1894) und L. BALDACCI (1900) werden umfassendere Arbeiten veröffentlicht. Ihr Inhalt bezieht sich jedoch weniger auf die Flyschzonen, welche S. FRANCHI nur allgemein in "Nummulitico inferiore" (Nummulitenkalk) und "Nummulitico superiore" (übriger Flyschanteil) gliedert, sondern mehr auf die Zone des Briançonnais und die mesozoischen Anteile der Subbriançonnais-Schuppen.

Von den drei genannten Autoren wurde auch das vorzügliche geologische Kartenmaterial der weiteren Umgebung des Arbeitsgebietes aufgenommen.

Die geologischen Profile der beiden vor der Jahrhundertwende aufgefahrenen Tunnel durch den Colle di Tenda erschienen von S. FRANCHI und L. BALDACCI im Jahre 1900. Sie trugen schon damals sehr zum Verständnis der Schuppentektonik im autochthonen und parautochthonen Bereich der Flyschzone bei.

Für die Zone des Briançonnais nahm S. FRANCHI einen Fächerbau an, eine Ansicht, die auch noch in der heutigen Literatur im allgemeinen vertreten wird.

Dieser Anschauung standen E. ARGAND (1905, 1916) und R. STAUB (1928) gegenüber. Sie sprachen von einer "Decke des Großen St. Bernhard" und verbanden dabei das Maira-Massiv in der Tiefe mit der Zone des Briançonnais zu einer Einheit.

Diesen Gedanken übernahm G. ROVERETO in etwas abgewandelter Form und legte ihn 1935 in seiner Arbeit "Liguria geologica" nieder. Er spricht darin von der "falda del Gran San Bernardo", die sich im Südwesten auf den Flysch von Albenga schiebt und im Osten unter die Schistes lustrés-Zone (Gruppe von Voltri) bei Genua hinabtaucht. Diese Großfalte soll eine Länge von etwa 30 km besitzen.

Weitere Arbeiten von G. ROVERETO befassen sich mit Teilgebieten der Zone des Briançonnais, wie die zusammen mit S. CONTI 1951 erschienene Veröffentlichung über die Gruppe

des Monte Besimauda. Auch hier bildet die "falda del Gran San Bernardo" die Grundlage für ihre weiteren tektonischen Deutungen.

L. KOBER (1923, 1925), der gleichfalls für die Annahme der "Großen St. Bernharddecke" eintritt, legt deren Wurzelzone in die Zone von Sestri-Voltaggio. Sie soll sich nach Weste über die penninische Gruppe von Voltri geschoben haben und später tektonisch stark überprägt worden sein.

Ein großer Teil von Detailarbeiten ist ab 1954 von französischen Geologen veröffentlicht worden. Von ihnen sind besonders die Namen P. FALLOT, M. LANTEAUME und A. FAURE-MURET zu nennen. Durch sie wurde zum ersten Male eine genauere stratigraphische und tektonische Gliederung des Gebietes zwischen dem Mercantour-Massiv und der Zone des Briançonnais aufgestellt. Für die Autoren bildet der Kreidflysch im Ligurischen Flyschtrogl und im Gebiet des Ubaye-Embrunais eine "nappe du Flysch à Helminthoides", die sie aus dem Ultrapenninikum über die Zone des Briançonnais gleiten lassen, wodurch sich eine Schubweite von etwa 100 km ergibt. Die Albengaserie wird von ihnen als "unités d'origine indéterminée intercallée entre la nappe du Flysch à Helminthoides et les unités briançonnaises" bezeichnet. An der Basis der "nappe du Flysch à Helminthoides" gliedern sie eine Klippenzone aus, die sich vom Monte Ceppo bis ins Valle Arpiola erstreckt. Daneben wird die parautochthone "unité du col de Tende" auskartiert, welche ihre Stellung im Bereich des Subbriançonnais hat.

Diese "Einheit des Colle di Tenda" ist dem Komplex II von R. MALARODA (1957) gleichzusetzen. Sie stellt einen der vier Komplexe dar, die der Autor zwischen dem Mercantour-Massiv und der Zone des Briançonnais und zwischen der Stura di Demonte und dem Gesso aufstellte.

In einer dreiteiligen Arbeit (1959, 1960, 1961) steht M. RICHTER den Deckentheorien von G. ROVERETO ("falda del Gran San Bernardo") und von P. FALLOT, M. LANTEAUME ("nappe du Flysch à Helminthoides") ablehnend gegenüber.

In der Arbeit "Das Fenster von Castelvecchio" weist M. RICHTER nach, daß es sich hier, nicht wie angenommen,

um ein Fenster, sondern um eine wenn auch stark verschuppte, autochthone Flyschmulde innerhalb der Zone des Briançonnais handelt. Der tektonische Kontakt zwischen dem Flysch und dem Mesozoikum der Zone des Briançonnais, der bei einer Deckenüberschiebung vorhanden sein müßte, konnte von M. RICHTER nicht nachgewiesen werden. Der Flysch liegt vielmehr stets normal transgressiv auf mesozoischen Serien. Aus diesem Grunde fehlt also jegliche Grundlage für eine weitere Annahme einer "falda del Gran San Bernardo", wie sie von G. ROVERETO vertreten wird.

Im Gegensatz zu P. FALLOT und M. LANTEAUME tritt M. RICHTER für die Autochthonie des Oberkreideflysch ein, der nach ihm durch Einengungsvorgänge zwischen dem Mercantour-Massiv und der Zone des Briançonnais fächerförmig auf den Tertiärflysch aufgeschoben worden ist.

Für die tertiäre Albengaserie, von französischer Seite als "unités d'origine indéterminée" dargestellt, wird von M. RICHTER deren Autochthonie nachgewiesen. Dem Autor zufolge bestehen transgressive Übergänge zwischen der Zone des Briançonnais und der Albengaserie, wodurch sie die gleiche Stellung einnimmt wie die tertiäre Basisserie in bezug auf die helvetischen Massive.

Von A. GUILLAUME erschien 1960 eine kurze Notiz, in der er eine Gliederung der Serien nördlich von Santa Anna (südwestlich von Limone/Piemonte) aufstellte. Er bringt darin z.T. Vergleiche mit Flyschhorizonten, die M. LANTEAUME in der Klippenzone von Triora ausgeschieden hat.

L. ZAPPI veröffentlichte 1960 ihre Untersuchungen über die Kreide im Bereich des Valle Grande (Vernante). Die Kreide ist an die "Einheit des Colle di Tenda" gebunden, welche die Schuppenzone des Subbriançonnais bildet.

3.0 Stratigraphie und Tektonik

Die Gliederung der Arbeit erfolgte auf Grund der zu erkennenden tektonischen Einheiten. Um von ihnen ein abgerundetes Bild zu geben, wurde die Stratigraphie und die Tektonik nicht in gesonderten Kapiteln, sondern ihren engen Beziehungen entsprechend zusammen abgehandelt.

3.1 Das Autochthon

Den Kern des autochthonen Helvetikums bildet das Mercantour-Massiv (Argentera-Massiv). Es umfaßt eine varistische Zentralzone aus Gneisen und Graniten, die von permischen Phylliten ummantelt wird. Auf sie transgredierte das Mesozoikum. Das jüngste Glied der Schichtfolge stellt die Basisserie dar. Sie ist in Flyschfazies ausgebildet und gehört dem Eozän an.

3.11 Basisserie

Unter dem von M. RICHTER geprägten Begriff der "Basisserie" wird derjenige Teil des Tertiärflysch verstanden, der von der Ligurischen Küste über den Colle di Tenda, Colle di Maddalena bis in den Flyschtrogl des Ubaye-Embrunais transgressiv die helvetischen Massive bedeckt.

Die Serie wird im Liegenden durch Nummulitenkalke charakterisiert und besteht im Hangenden aus einer mächtigen Folge von Mergeln und Sandsteinen. Die Sandsteine entsprechen faziell vollkommen dem Grès d'Annot im Ubaye-Embrunais.

Die Basisserie stellt eine sehr einheitliche Flyschzone dar. Im Hangenden wird sie von der "Einheit des Colle di Tenda" überschoben, wobei sich die Überschiebungsweite aus den Tunnelprofilen am Tendapaß ergibt (s. Abschnitt: "Einheit des Colle di Tenda").

Die enorme Mächtigkeit, welche die Basisserie im südlichen Teil des Ligurischen Flyschtroges erreicht, ist auf Verschuppungen innerhalb der autochthonen Flyschserien zurückzuführen, bei denen Verdoppelungen der Schichtmächtigkeit auftreten können.

Trotz der scheinbar ruhigen Lagerung der Basisserie im Bereich des Colle di Tenda durchzieht sie auch hier eine An-

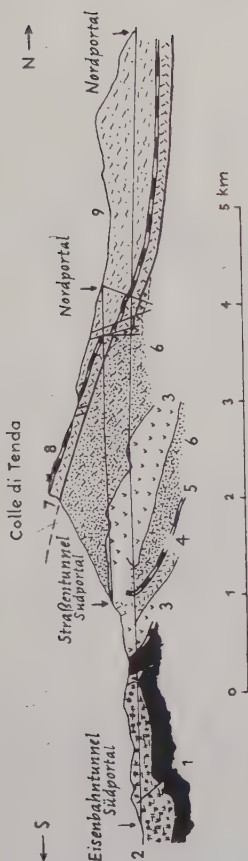


Abb. 2 Vereinfachtes Tunnelprofil durch den Colle di Tenda.

Abgeändert nach S. FRANCHI, L. BALDACCIO (1900) und A. FAURE-MURET,

P. FALLOT (1957)

1 - 6 Autochthone Sedimentbedeckung des Mercantour-Massives

7 - 9 Parautochthone "Einheit des Colle di Tenda" (Subbriançonnais)

1 Kristallinkern des Mercantour-Massives

6 Mergel-Sandstein-Serie, Basisserie (Eozän)

2 Mesozoikum im allgemeinen

7 Oberjurakalke.

An der Basis Rauchwacken der Mitteltrias

3 Gipse und Rauchwacken der Mitteltrias

8 Basalkonglomerat und Nummulitenkalk (Lutet)

4 Oberjurakalke

9 Flysch noir s.str. (Obereozän)

5 Nummulitenkalk. Basisserie (Eozän)

zahl tektonischer Flächen. Die größte von ihnen wurde bei Bohrungen der beiden Paßtunnel erkannt und von P. FALLOT und M. LANTEAUME (1956) näher beschrieben. Innerhalb der N-S verlaufenden Tunnel durchfährt man in dem unteren von S kommend zuerst Gneise des Varistikums und permische Phyllite, welche zusammen mit darüber sedimentiertem Mesozoikum eine flache Antiklinale bilden. Die Nordflanke ist stark gestört und mit Rauchwacken und Gneisfetzen ausgefüllt. Auf das Mesozoikum legen sich transgressiv Nummulitenkalke und die Mergel-Sandstein-Serie. Nach etwa 150 m stellt sich plötzlich eine mächtige Gips- und Rauchwackenzone ein, die auch in dem 300 m höher liegenden Straßentunnel erbohrt worden ist. Ein kleiner Rest von ihnen tritt südlich des Colle di Tenda zutage. Hierüber folgt nochmals die Mergel-Sandstein-Serie.

Die Triasschuppe zerlegt also den Basisflysch in zwei Teile, wobei der sehr viel mächtigere Hangendteil parautochthonen Charakter trägt. P. FALLOT und M. LANTEAUME geben als minimale Überschiebungsweite 2 km an.

Die Schichtverdoppelung innerhalb der Basisserie ist nur in den Tunnelprofilen durch den günstigen Umstand der hier als Beweis auftretenden Triasgipse und -rauchwacken zu erkennen. Im Gelände ist sie in der näheren Umgebung des Colle di Tenda nicht weiter zu verfolgen.

Der noch heute in der französischen Literatur für die Mergel-Sandstein-Serie gebrauchte Ausdruck "Flysch noir" wird entsprechend der neuen Nomenklatur von M. RICHTER (1959, 1960, 1961) nicht mehr für diese Schichtfolge verwandt, da er zu Mißverständnissen hinsichtlich der Unterscheidung der verschiedenen Flyschserien führt; denn als "Flysch noir" wird in den französischen Arbeiten nicht nur der autochthone, sondern auch der parautochthone Tertiärflysch sowie Teile des Kreideflysch bezeichnet.

Als "Flysch noir s.str." gilt neuerdings nur noch der parautochthone Eozänflysch. Während der autochthone Eozänflysch unter dem Namen "Mergel-Sandstein-Serie" in diesem Kapitel behandelt wird, werden die betreffenden Kreideflyschanteile unter dem Namen "Buntschieferserie" in einem

späteren Kapitel behandelt.

3.111 Nummulitenkalk

Der Kontakt zwischen den mesozoischen Sedimenten des Mercantour-Massives und dem Nummulitenkalk als Liegendem der Basisserie ist im Arbeitsgebiet transgressiv. Er wird durch eine z.T. beträchtliche Schichtlücke gekennzeichnet. Die Sedimentation der Nummulitenkalke erfolgt auf helle, gelbliche und graue Kalke des Oberjura, die stark dolomitisiert sind. Kreide ist zwischen dem Vallone degli Alberghi und dem Rio Prati della Chiesa nicht ausgebildet.

Derartige Schichtlücken zwischen Flysch und Mesozoikum, denen offensichtlich "submarine Abtragungs- und Aufarbeitungsvorgänge" (M. RICHTER) als mögliche Ursachen zu Grunde liegen, beschrieben auch J. DEBELMAS (1955) für das Embrunais und M. RICHTER (1960) für den Ligurischen Flyschtrogl.

In den Kalken des Oberjura wurden Cephalopoden, Gastropoden (Nerineen) und Crinoidenreste gefunden, welche durch die starke Zerklüftung und Marmorisierung nur schlecht erhalten sind und nicht näher bestimmt werden konnten.

Südlich des Pian Madoro vergrößert sich die Schichtlücke noch mehr, da hier die Mergel-Sandstein-Serie als hangender Teil der Basisserie direkt auf Oberjurakalke ohne Zwischenschaltung von Nummulitenkalk und Kreide transgrediert.

Nummulitenkalk stellt sich erst wieder im Süden des Gebietes zusammen mit Senon an der Punta Bussaia ein. Die Serien sind besonders durch ihre überkippte Lagerung charakterisiert. Die Ursache hierfür kann man wahrscheinlich in zwei Störungen suchen, die entlang des Rio Prati della Chiesa und des Valle Salauta verlaufen. Sie waren die Gleitflächen für den zwischen beiden Störungen liegenden Teil des Mercantour-Massives. Durch die gegen NE gerichtete Bewegung wurde der auflagernde Flysch mit dem Mesozoikum innig verfaltet. Der ursprünglich transgressive Kontakt wurde dabei tektonisch überprägt, wobei vielfach Mylonitzonen entstanden. Die Faltenvergenz ist in diesem Bereich gegen NE gerichtet.

In den Basisserienkalken finden sich neben Stock- und Einzelkorallen sowie Gastropoden vor allem Nummuliten der Perforatus-Gruppe. Hierdurch ergibt sich ein Lutet-Alter.

Die hellen in dieser Region sehr reinen und oft marmorisierten Nummulitenkalke bauen hauptsächlich den nordwestlichen Abschnitt der Costa Lausea auf. Hier haben sie eine Mächtigkeit von 60-80 m. Ein typisches Bild für die fast weiß verwitternden Kalke sind die Karsterscheinungen auf der mit etwa 25° geneigten Pultfläche der Costa Lausea. In diesem Gebiet haben sich die Karren bis zu mehreren Metern in das Gestein eingegraben.

Im SW der Pultfläche hingegen ist der Nummulitenkalk durch die Erosion fast völlig abgetragen; nur die höchsten Spitzen werden noch von ihm gebildet.

Auf den ersten Blick sind die Nummulitenkalke und die Kalke des Oberjura nur schwer zu unterscheiden. Vor allem, weil in den hellen Kalken der Basisserie vielfach die nur wenige Millimeter großen Nummuliten fehlen. Dadurch erhalten sie große Ähnlichkeit mit den später noch zu besprechenden Oberjurakalken der "Einheit des Colle di Tenda" (Bec Matlas, Bec Baral, Bric Castea). Aus diesem Grunde ist es wohl auch zu verstehen, daß auf der geologischen Karte von Italien 1 : 100.000, Blatt Boves, große Teile des Nummulitenkalkes (besonders nördlich des Monte Colombo) von D. ZACCAGNA und S. FRANCHI als Oberjura kartiert wurden.

Die Mächtigkeit der unteren Basisserie verringert sich nördlich des Monte Ciotto Mien auf 10 - 15 m und keilt nordöstlich des Monte del Chiamossero aus. Nur in der Nähe der Höhe 1.964 m tritt sie nochmals linsenförmig als Zwischenschaltung auf. Die Winkeldiskordanz zwischen der Basisserie und dem Mesozoikum erreicht Beträge bis zu 15° .

Das Hauptstreichen und -einfallen beträgt $130/25$ NE. Im Südwesten der Costa Lausea ändert sich dieses Streichen auf 80° SW/NE, um dann nordwestlich des Monte Ciotto Mien in seine alte Streichrichtung von 130° SE/NW einzuschwenken. Dieses umlaufende Streichen wird durch eine kleine Spezialmulde verursacht, deren B_1 -Achse mit 120° streicht und mit etwa 20° gegen SE einschiebt.

Gut zu erkennen ist das Streichen und Einfallen durch die geneigte Pultfläche der von Jura und Nummulitenkalk gebildeten Costa Lausea. Auf sie legt sich die Mergel-Sandstein-Serie konkordant auf. Die Grenze zu diesem Teil der Basisserie wird im nordwestlichen Teil des Gebietes durch ein Tal gebildet, das am Übergang Vallone degli Alberghi - Valle Grande nach SE abzweigt.

Der Nummulitenkalk, in dem eine Bankung nur schwach angedeutet ist, wird von einer Anzahl von Störungen durchsetzt, welche alle NE-SW streichen und von denen die größten auf der Costa Lausea parallel zur 1.800 m Höhenlinie, im Vallone degli Alberghi und nordwestlich dieses Tales auftreten.

Die zuletzt genannte Verwerfung erreicht hierbei eine Sprunghöhe von über 100 m, wobei der Jura gegen die Basisserie versetzt wird. Das Vallone degli Alberghi folgt in seiner Anlage dieser Störungszone. Die Mergel-Sandstein-Serie greift in der Verlängerung des Tales tief in den Bereich des Nummulitenkalkes hinein.

Auf der innerhalb des Tales verlaufenden Störungslinie bieten sich dem Wasser gute Erosionsmöglichkeiten; somit konnten sich in diesem Bereich eine Vielzahl kleinerer Höhlen ausbilden. Der Fluß selbst fließt in den trockenen Sommermonaten mehrere hundert Meter unter der Oberfläche und tritt erst wieder in der stauenden Mergel-Sandstein-Serie zutage.

Die massiven Jurakalke sind im Bereich der Störung fein zerschert und im Dezimeterbereich spezialgefältelt. Die B₂-Achsen verlaufen mit 80/30 gegen SW.

3.112 Mergel-Sandstein-Serie

Über den Nummulitenkalken folgt eine Serie, die sich konkordant auf diese auflegt und einen rhythmischen Wechsel von grauen Mergeln, schwarzen Tonschiefern und Sandsteinen vom Typ "Grès d'Annot" zeigt. Fast überall beginnt die Sedimentation mit mehreren Meter mächtigen Mergellagen.

Genau wie der liegende Nummulitenkalk läßt sich dieser Teil der Basisserie von der Ligurischen Küste bis in das französische Gebiet verfolgen.

sische Flyschgebiet jenseits des Col de Larche verfolgen. Westlich von Demonte (Valle Stura) tritt die rhytmische Wechsellagerung der Mergel und Sandsteine, wie sie im Arbeitsgebiet und auch in Ligurien beobachtet werden kann, nicht mehr auf. Vielmehr bildet der Grès d'Annot sowohl im Sturatal als auch im Ubaye und Embrunais das Hangende der autochthonen Basisserie, während sich die Mergel und Ton-schiefer zwischen den Sandsteinen und den liegenden Nummulitenkalken einschalten.

Sowohl Schliff- als auch Schlämmpfen haben in dieser tektonisch stark beanspruchten Zone leider keine Fauna ergeben, so daß ich für die Mergel-Sandstein-Serie die entsprechenden Angaben von M. RICHTER übernehmen möchte. Er macht aus "graubräunlichen Mergeln" der oberen Basisserie folgende Fossilangaben:

Rhabdammina sp.
Rhizammina sp.
Dendrophrya sp.
Haplophragmoides sp.
Eponides sp.
Chilostomella sp.
Globigerina sp.

Diese Fauna spricht dafür, daß auch der höhere Teil der Basisserie noch dem Eozän angehört.

"Oligozän, wie es von Y. GUBLER, J. FLANDRIN und J. SIGAL (1952) aus dem Grès d'Annot angegeben und auf einer Übersichtskarte von PH. H. KUENEN, A. FAURE-MURET, M. LAN-TEAUME und P. FALLOT (1957) auch für das hier behandelte Gebiet verzeichnet wird, konnte nicht bestätigt werden" (aus M. RICHTER, 1960).

Das auffälligste Glied der Mergel-Sandstein-Serie sind oft mehrere Meter mächtige Sandsteinbänke. U.d.M. erkennt man folgenden Mineralbestand: Quarz, Plagioklas, Orthoklas (meist von Perthitschnüren durchzogen), Mikroklin, gleichfalls perthitisiert, wenig Kalzit und wenig Muskowit. Der Muskowit findet sich vorwiegend in Zwickeln zwischen den einzelnen Kristallen. Die feinkörnige Matrix besteht im

wesentlichen aus Quarz, Serizit und nicht näher bestimm-
barem Feldspat.

Häufig sind völlig unregelmäßig bis zu mehreren Zentime-
tern große schwarze Tonschmitzen in den Sandsteinen ver-
teilt. Die Zusammensetzung entspricht vollkommen dem Grès
d'Annot des Ubaye-Gebietes und ist vielfach feinkonglome-
ratisch. Ein graded bedding war nicht feststellbar.

Die Schüttung des Grès d'Annot erfolgte von einer früheren
Schwellenzone aus SSE-SE Richtung.

Die Mergel-Sandstein-Serie überquert mit NW-SE Streichen
das Rio Valle Grande südöstlich von Pallanfrè. Hier an den
Hängen der Campaula sind meist die härteren Sandsteinbänke
herausgewittert und muten wegen ihres fast senkrechten
Einfallens wie Mauern an. Die Serie setzt sich über den
Kamm zwischen dem Monte Ciotto Mien und dem Bec Matlas fort
und zieht über den Rio Prati della Chiesa zum Colle di Ten-
da. Innerhalb des genannten Flußtales finden sich kleinere,
durch die Erosion der Moränen angerissene Aufschlüsse, u.
zw. bei C. Brunda und bei Tetto Moretto. Die harten Sand-
steinbänke bilden bei Tetto Moretto eine 20 m abfallende
Steilstufe, über die das Wasser des Rio Prati della Chiesa
herabstürzt.

Zwischen den bis zu mehreren Metern mächtig werdenden Grès
d'Annot-Bänken schalten sich schwarze bis dunkelgraue Mer-
gel und Tonschiefer ein, die teilweise auf ihren Schicht-
flächen eine kräftige Serizitneubildung zeigen. Durch Zu-
nahme der sandigen Anteile in den weicheren Horizonten der
Basisserie ergeben sich Übergänge zu den Grès d'Annot.

Durch die beträchtliche Aufschiebung der "Einheit des Colle
di Tenda" auf die Basisserie erfolgte ein mächtiger Zusam-
menschub der Mergel-Sandstein-Serie. Diese Stauchung wurde
von den starren kompetenten Sandsteinbänken durch großzü-
gig angelegte Falten im 10-100 m Bereich kompensiert,
während die weicheren Mergel- und Tonschieferhorizonte die
Kompression mit einer Schieferung in s_1 abfingen. Die
 B_1 -Achsen der Falten tauchen alle nach NW ab. Ein schönes
Beispiel bildet der Passo delle Giosolette, der auf dem
Kamm nordöstlich des Monte Creusa liegt. Direkt im Joch

zwischen den Höhen 2.138 m und 2.187 m erscheint ein kleineres Sattelgewölbe, von dem beide Flanken innerhalb des Joches aufgeschlossen sind. Die B_1 -Achse schiebt mit 10^0 gegen WNW ein. Die Vergenz der Falten ist zum überwiegenden Teil gegen SW gerichtet.

In den Mergel- und Tonschieferlagen tritt an verschiedenen Stellen, z.B. an der alten Paßstraße südlich des Colle di Tenda, eine so deutliche Schieferung in s_1 auf, daß sie auf den ersten Blick als eine ss-Fläche angesehen werden kann. Das Streichen und Einfallen von ss beträgt 130/40 NE, das von s_1 130/20 NE.

Durch das Herauswittern der Mergel- und Tonschieferlagen verlieren die Sandsteinbänke ihren natürlichen Halt und überschottern in ausgedehntem Maße die Berghänge. Als Beispiel sei der Nordwesthang des Monte Creusa in Richtung zum Gias Creusa soprano genannt.

Am Colle di Tenda springt die Basisserie um mehr als 2.000 m nach E zurück. Die Ursache bildet eine E-W verlaufende Störung, an der die Serien der aufgeschobenen Einheit versetzt und von ihrer südlichen Fortsetzung zum Cima Pepino abgerissen sind. Dadurch kommt es auf einer Länge von 500 m zu einem Nebeneinanderauftreten der Mergel-Sandstein-Serie und des Flysch noir s.str. Der tektonische Kontakt der zwischen diesen Flyscheinheiten liegt, ist wegen der faziellen Ähnlichkeit beider Serien, vor allem der Mergel- und Tonschieferanteile, nicht deutlich auszumachen. Umso besser ist der Kontakt Mesozoikum ("Einheit des Colle di Tenda") - Basisserie zu erkennen, an dem fast stets gelblich-bräunliche Rauchwacken der mittleren Trias als Gleithorizont auftreten.

Die Mergel-Sandstein-Serie erreicht trotz der großen Eingungung aller Flyschserien zwischen dem Mercantour-Massiv und der Zone des Briançonnais eine Mächtigkeit von etwa 600 m.

3.2 * Das Parautochthon

Hierher ist der gesamte übrige Sedimentanteil des Untersuchungsgebietes zu stellen. Die Zone des Briançonnais, die

südöstlich von Upega noch autochthonen Charakter trägt, ist im hiesigen Aufschlußbereich gegen SW auf den Flysch noir s.str. des Subbriançonnais bzw. auf den Oberkreide-flysch aufgeschoben.

3.21 Die "Einheit des Colle di Tenda"

Im Hangenden der autochthonen Basisserie (Nummulitenkalk und Mergel-Sandstein-Serie) schliessen sich nach Nordosten Sedimente an, die ausschließlich parautochthonen Charakter tragen. Die mächtigste dieser Zone stellt die "Einheit des Colle di Tenda" dar, die in der französischen Literatur unter dem Namen "unité du col de Tende" (M. LANTEAUME, P. FALLOT, A. GUILLAUME u.a.) Eingang gefunden hat. In der tektonisch-stratigraphischen Gliederung von R. MALARODA (1957) wird die parautochthone Einheit als Komplex II beschrieben. Sie reicht vom Valle Gesso über den Rio Valle Grande zum Colle di Tenda, von dort über die Cima Pepino und das Tal des Rio Freddo bis in die Gegend der Bassa Crocetta. Sie hat damit auch die räumlich größte Ausdehnung gegenüber anderen Schuppen dieses Gebietes, deren Bedeutung jedoch zum Teil nicht weniger gering ist.

Die "Einheit des Colle di Tenda" setzt am Valle Gesso in ihrer zusammenhängenden Form aus und existiert im Bereich des Sturatales nur noch in Art von kleineren Schuppen. Erst jenseits der Wasserscheide (Colle di Maddalena), nördlich und südlich des Fensters von Barcelonnette, tritt Flysch noir s.str. mit mesozoischen Schuppen an seiner Basis über den Terre noir des Dogger wieder auf. Diese Zone entspricht in ihrer tektonischen Stellung der mächtigen Schuppe in Ligurien und läßt sich mit ihr parallelisieren. Lediglich das Mesozoikum im Liegenden ist nicht so gleichmäßig ausgebildet und fehlt häufig sogar gänzlich. Der Flysch überschiebt dort gleichfalls die autochthone Basisserie, u.zw. in diesem Falle ausschließlich Grès d'Annot, da die Sandsteine im Gegensatz zum Arbeitsgebiet nicht in Wechsellagerung mit Mergeln und Tonschiefern liegen, sondern den hangenden Teil des Eozänflysch ausmachen.

Die "Einheit des Colle di Tenda" hat ihre tektonische Stellung im Subbriançonnais, d.h. sie vermittelt zwischen

Helvetikum (Mercantour-Massiv) und Penninikum (Zone des Briançonnais). Dies bedeutet wiederum eine faziell anders ausgebildete Sedimentationsfolge gegenüber den beiden angrenzenden Regionen.

Die "Einheit des Colle di Tenda" ist eine Zone ausgesprochener Schuppen- und Gleitbrettektomatik. Dadurch kommt der faziellen Unterscheidungsmöglichkeit, vor allem zur Zone des Briançonnais, besondere Bedeutung zu. Sie bietet meist das einzige Mittel zur Entscheidung, zu welchem Sedimentationsraum die Schuppen ursprünglich gehört haben.

Die Mächtigkeit der Subbriançonnais-Einheit beträgt mehrere hundert Meter. Das Alter der Schichtglieder reicht von der mittleren Trias bis hinauf ins Eozän. An dieses Eozän, u. zw. an den hangenden Teil des Flysch noir s.str., ist der erwähnte Schuppenbau gebunden, wobei diese Schuppen wiederum ein triassisches bis eozänes Alter aufweisen.

Von besonderer Bedeutung für die Berechnung der Überschiebungsweite der Subbriançonnais-Schuppe auf das Autochthon sind zwei Tunnel, die kurz vor Beginn dieses Jahrhunderts zur Erleichterung des Straßen- und Eisenbahnverkehrs durch den Colle di Tenda gebohrt worden sind. Die ausgezeichneten geologischen Profile aus dieser Zeit wurden von L. BALDACCI und S. FRANCHI (1900) aufgenommen und interpretiert. Schon damals erkannten sie die mächtige Überschiebung, welche auch in der geologischen Karte 1 : 100.000, Blatt Boves, von D. ZACCAGNA und S. FRANCHI fast durchgehend eingezeichnet wurde (Abb. 2, S. 15).

Eine neuere Deutung, bei der die Profile teilweise modifiziert worden sind, wurde von A. FAURE-MURET und P. FALLOT im Jahre 1957 herausgegeben.

An der Oberfläche taucht der Jura der "Einheit des Colle di Tenda" im Valle Cabanaira ab, d.h. 700 m südlich der Einfahrt zum Straßentunnel auf der italienischen Seite des Paßes. Im Profil des 300 m tiefer liegenden Eisenbahntunnels ist der gleiche Jura in der senkrechten Projektion der Straßentunnelleinfahrt erbohrt worden. Die somit sichtbare Aufschiebung zwischen dem Fort am Colle di Tenda und dem Jura in der Galerie beträgt 3 km; hinzu kommt der Be-

trag für die Aufschiebung, die innerhalb der Basisserie erfolgte und in den Tunnelprofilen deutlich wurde. Sie ist nochmals mit 2 km anzusetzen. Dabei ist der nicht aufgeschlossene und nicht erbohrte Teil der Aufschiebung, die sich sicher unterhalb des Eisenbahntunnels nach Norden fortsetzen dürfte, und die Größe der Stauchung, die durch die Verfaltung der Basisserie zum Ausdruck kommt, noch nicht mitgerechnet. Man erreicht aber unter Berücksichtigung dieser Unsicherheitsfaktoren für den SW-Vorschub der "Einheit des Colle di Tenda" eine Weite von 6-8 km.

Senkrecht zum Stirnrand der Schuppe verlaufende Störungen sind typisch. Zu größeren Versetzungserscheinungen kommt es nicht. Es handelt sich stets um Beträge, die bei wenigen Metern liegen.

3.211 Trias

Die einzelnen Triashorizonte besitzen nur eine geringe Mächtigkeit. Zusammen ergeben sie einen Betrag von etwa 10-15 m. Allen gemeinsam ist ihr plastisches Reagieren bei tektonischen Beanspruchungen. Da sie die Basis der "Einheit des Colle di Tenda" bilden, kommt ihnen als deren Gleithorizont eine gewisse Bedeutung zu.

3.2111 Rauchwacken

An der Überschiebungsbahn der "unité du col de Tende" auf das Autochthon stellen sich Rauchwacken (cargneule) von wenigen Metern Mächtigkeit ein. Es sind gelbliche, poröse Dolomite, welche typisch für alle tektonischen Kontakte des Gebietes sind. Die mit ihnen normalerweise auftretenden Gipse sind nirgends mehr aufgeschlossen.

Da die Rauchwacken offensichtlich das Gleitmittel der Schuppen darstellten und nur von geringer Mächtigkeit sind, ist es erklärlich, daß sie keinen durchgehenden Horizont bilden. Sie wurden vielfach abgequetscht und blieben im Untergrund zurück. Durch die entstandene starke Beanspruchung sind sie vollkommen zerbrochen und verwittern sehr schnell.

Neben Aufschlüssen kleinerer Art, die an sehr vielen Stel-

len vorkommen, finden sich größere Rauchwackeneinschaltungen vor allem am Joch südöstlich des Colle di Tenda und in der Region des Bec Matlas - Bec Baral.

Die Rauchwacken gliedern sich nach M. LANTEAUME in zwei andersmäßig verschiedene Horizonte auf. Man findet sie in der Untertrias wie z.B. südöstlich des Monte del Chiamossero. Hier sind sie im Liegenden untertriassischer Kalke und Dolomite aufgeschlossen, auf die sich ein zweiter Rauchwackenhorizont der Mitteltrias legt. Es ist als sicher anzunehmen, daß es sich bei den "cargneules" im Bereich der Überschiebung um den oberen Horizont handelt, der sich mit Obertriasserien unter dem Jura einschaltet.

3.2112 Rote, sandige Schiefer

Über den Rauchwacken tritt ein weiteres sehr weiches Schichtglied in Form leuchtend roter Schiefer auf, die gelegentlich auch grünliche oder bräunliche Färbungen aufweisen. In diesen Schiefern lassen sich u.d.M. winzige Quarzkörnchen erkennen. Der weithin sichtbare Horizont ist nur lokal ausgebildet.

Gute Aufschlüsse finden sich vor allem südlich des Colle di Tenda an der alten Paßstraße, wo auch die grünen Komponenten erkennbar sind. Am mächtigsten (etwa 5-7 m) wird die Serie im Joch zwischen dem Bec Matlas und dem Bec Baral sowie am Nordhang des Valle Matlas, an dem die Serie über mehrere hundert Meter unterhalb des Jura entlangzieht und sich nordwestlich von Limonetto im Moränenschutt des Tales verliert.

Westlich dieser Ortschaft ist ein Aufschluß innerhalb des Moränenschotters durch ein kleines Flößchen angerissen. Dieses Vorkommen gehört zur Schuppe des Bec Matlas. Als Besonderheit treten Späne von Sandsteinen und Mergeln im Hangenden der roten Schiefer auf. Eine kleinere Juralinse liegt nördlich dieses Aufschlusses. Ein gleiches Vorkommen mit Einschaltungen von sandig-mergeligen Gesteinen befindet sich in der Nähe des Gias Creusa sottano, zu Beginn des Vallone Valet. Es sind die gleichen Sandsteine (Grès d'Annot) und schwarzen Mergel wie im autochthonen Flysch (Mergel-Sandstein-Serie). Sie müssen sich während der Auf

schiebung der "Einheit des Colle di Tenda" von ihrem Untergrund gelöst und von der Trias bzw. vom Jura unterfahren worden sein.

Faziell entsprechen die roten Schiefer dem germanischen Keuper und werden auch von G. SCHNEEGANS (1938) in diesen gestellt und sollen nach ihm charakteristisch für die Aus-senzzone des Subbriançonnais sein. Fossilien wurden bisher an keiner Stelle gefunden.

3.2113 Oolithe

Als weiteres Triaselement sind Oolithe aufgeschlossen, die sich im Arbeitsgebiet auf ein einziges Vorkommen beschränken. Durch ihre isolierte Lage südwestlich des Bc. Brusata, wo sie im Juraschutt zusammen mit Rauchwacken anstehen, läßt sich ihr Alter nicht genau festlegen. Stratigraphisch liegen sie aber noch über den roten, sandigen Schiefern und stellen damit den höchsten der bisher behandelten Triashorizonte dar. Nach R. MALARODA sind sie dem Rät bis Hettangien zuzuordnen.

Es sind hellgraue oolithische Kalke mit Ooiden von 1 mm Durchmesser. Sowohl die Oolithe als auch ihr kalkiges Bindemittel sind vollkommen zu einer feinkristallinen Materie umkristallisiert, in der u.d.M. die Umrisse der einzelnen Ooide nur noch als solche erkennbar sind.

Eines trifft für die Triashorizonte gemeinsam zu. Alle drei (Rauchwacken, rote Schiefer und Oolithe) können als ein Anzeichen von Landnähe gewertet werden, wobei die roten Schiefer möglicherweise sogar kontinentaler Entstehung sein dürften.

3.212 Jura

Der Jura bildet die markantesten Erhebungen der "unité du col de Tende". Der Bec Matlas (2.148 m), Bec Baral (2.130 m), Monte Bussaia (2.451 m) und der Monte Sapè (1.867 m) sind dafür ein Beispiel. Mächtige Schuttfächer und steile Abhänge sind typisch. Dadurch zeigen gerade diese Berge einen hochalpinen Charakter. Im Arbeitsgebiet ist lediglich der Malm ausgebildet, während der Lias und der Dogger fehlen.

3.2121 Malmkalke

Einen sehr charakteristischen Horizont der "Einheit des Colle di Tenda" bilden Kalke, welche die beiden Gipfel des Bec Matlas und Bec Bäräl aufbauen und sich nach NW in den Bc. Brusata und den Monte Bussaia fortsetzen. Nach SW bildet der Bec Baral eine Steilwand, die vom Croce di Baral begrenzt wird. Sie endet im Tal unterhalb von Limonetto. In dieser Richtung stellen die Kalke der Serra Conche die Verbindung zum Colle di Tenda dar.

Die Kalke lassen sich in zwei unterschiedliche Glieder zerlegen, worauf S. FRANCHI (1894) schon hinwies. Der vor allem im Liegenden vorkommende Horizont besteht aus dolomitischen stark marmorisierten Kalken von sehr heller Farbe, u.zw. sowohl im frischen als auch im angewitterten Zustand. Vielfach findet man auf der Oberfläche Dolomitrhomboeder, die stellenweise so häufig sind, daß sie fast ausschließlich das Gestein aufbauen. Dem hangenden Teil fehlt dieser starke Dolomitanteil. Es sind gleichfalls helle marmorisierte Kalke mit grauen oder leicht bräunlichen Flecken.

An Fossilien wurden gefunden: Stockkorallen, Zweischalerreste, Gastropoden, Crinoidenstielglieder (u.a. von Pentacrinus) und vereinzelt Belemniten. Nach S. FRANCHI beschrieb C. BRUNO Korallen vom Bc. Brusata, welche PORTIS als Calamophylla bestimmt und sie mit Korallenstöcken des Tithon bei Argentera und dem Mont-Salève verglichen hat.

Die Crinoidenreste sind vor allem am Aufbau der fast dolomitfreien hangenden Partien maßgeblich beteiligt.

Der gesamte Komplex dürfte schon aus faziellen Gründen in den oberen Jura (Malm) zu stellen sein, zumal am Nordhang des Bc. Brusata ein normaler Übergang zu Sedimenten der Unterkreide besteht. Für Lias- oder Doggervorkommen liegen in dem bearbeiteten Areal keine Anzeichen vor. Erst westlich des Rio Valle Grande im Gebiet von CH. SCHERLER stellen sich schwarze Schiefer und Kalke mit Pecten und Gryphaeen des unteren Lias ein.

Eine Bankung ist in den Oberjurakalken nur schwach ausge-

prägt. Umso deutlicher treten Klüfte auf, die vielfach eine Schichtung vortäuschen. Besonders kräftig sind Q-Klüfte mit einem Streichen von 40° SW-NE ausgebildet (senkrecht zu der allgemein vorherrschenden Streichrichtung von 130° SE-NW). Durch die verschiedenen Richtungen der tektonischen Systeme untereinander und der Schichtung verlieren die Kalke ihren inneren Zusammenhalt und es entstehen die grossen für die Jurakalke so typischen Schuttfächer.

Das Rio Valle Grande folgt in seiner Anlage den deutlich ausgeprägten Kluftflächen und hat sich nordöstlich von Pallanfrè ein tiefes Flußbett in den Jura eingegraben.

Der Bec Matlas und Bec Baral bilden innerhalb der "Einheit des Colle di Tenda" eine Doppelschuppe mit jeweils Rauchwacken und roten Schiefern der Trias im Liegenden. Nach NW vereinigen sich die beiden Gipfel jenseits des Vallone Valet und ziehen in den Bc. Brusata. Er besteht nur noch aus einer einzigen Schuppe in Form einer Antiklinalen, an die sich nach SW eine Synklinale anschließt. In deren liegendem Teil treten wiederum Rauchwacken, rote Schiefer und die sonst im Untersuchungsgebiet fehlenden Oolithe auf.

Es hat den Anschein, als wenn der Komplex des Bc. Brusata in seiner südöstlichen Fortsetzung in zwei Schuppen zerbrochen ist. Dabei entspräche der südliche Muldenflügel ($140/40$ NE) des Bc. Brusata dem Bec Matlas. Ein kleines Juravorkommen mit Oolithen im Hangenden bildet südwestlich des Gias Creusa sottano die Verbindung zwischen beiden Komplexen. Der östliche Flügel des Jurasattels vom Bc. Brusata leitet über einen Juraaufschluß im oberen Vallone Valet zur Schuppe des Bec Baral.

Wie aus dem Profil der Abbildung 3 ersichtlich ist, lassen sich die mesozoischen und tertiären Serien beiderseits des Vallet Amour, welches nordöstlich vom Bc. Brusata entlangläuft, ohne die Annahme einer Störung nicht zwanglos miteinander verbinden. Diese Störung dürfte unter dem Moränenschutt des Tales verlaufen und mit 45° NW-SE streichen. Die Serien werden entlang dieser Frakturlinie um etwa 80 m gegeneinander versetzt.

Die Doppelschuppe des Bec Matlas - Bec Baral läßt sich bis

Limonetto nachweisen. Von dort verliert sie sich im Morä-
nenschutt des Rio Prati della Chiesa. Erst ein Juravorkom-
men südlich der Serra Conche bildet den Anschluß zum Colle
di Tenda. Hier treten die dolomitischen Kalke wieder in
größerer Mächtigkeit als tektonisch einheitlicher Komplex
zutage.

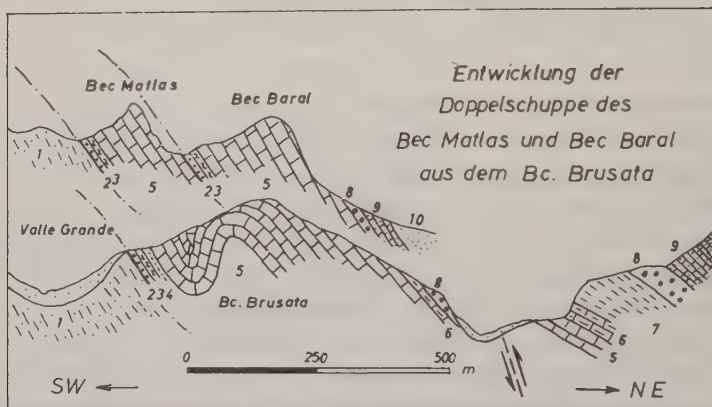


Abb. 3

- 1) Basisserie (Mergel-Sandstein-Serie); Eozän,
- 2) Rauchwacken; Mitteltrias,
- 3) rote, sandige Schiefer; Keuper,
- 4) Oolithe; Rät - Hettangien,
- 5) dolomitische Kalke; Malm,
- 6) Echinodermenkalke; Unterkreide,
- 7) dünnbankige Kalke; Cenoman - Turon,
- 8) Basalkonglomerat; Paläozän ? - Untereozän,
- 9) sandiger Nummulitenkalk; Lutet,
- 10) Flysch noir s.str.; Priabon.

Durch die schlechten Aufschlüsse im Bereich der Überschie-
bung zwischen Bec Matlas - Bec Baral und dem Colle di Ten-
da konnten die tektonischen Kontakte zwischen der "Einheit
des Colle di Tenda" und der Mergel-Sandstein-Serie nur
selten genau fixiert werden. Die in der beiliegenden geo-
logischen Karte unterbrochen eingetragene Linie dürfte je-
doch den wahrscheinlichen Verlauf der unter quartären
Schuttmassen verdeckten Aufschiebungsbahn angeben.

An der Basis der am Colle di Tenda nach SW vorstossenden Schuppe sind die Zerrüttungserscheinungen besonders groß. So treten auf der Höhe des Passes kurz hinter der italienischen Grenze vollkommen miteinander verflochtene Schubfetzen von Triasdolomiten, Jurakalken und Kristallinkonglomeraten des Eozän auf.

Etwa an der gleichen Stelle ist eine NE-SW gerichtete diagonale Seitenverschiebung zu erkennen, durch die der Jura um mehrere Meter versetzt wird. An diese Seitenverschiebung schließt sich in nordöstlicher Richtung eine Störung an, längs der der Jura durch vertikale Bewegungen aus dem angrenzenden Flysch herausragt. Dadurch kommt der Malm, ohne die sich normalerweise einschaltenden Konglomerate, neben Nummulitenkalke zu liegen. Die Bewegung wird von einem Harnisch verdeutlicht, dessen Striemung mit etwa 25° gegen NE einfällt und somit in der Richtung der Aufschiebungsbahn liegt.

Der im Valle Cabanaira abtauchende Jura bildet nach S ein aufsteigendes Sattelgewölbe mit nach beiden Seiten flach abtauchenden Sattelflügeln. Durch die Erosion eines kleinen Nebenflusses, der in das Valle Cabanaira mündet, entstand ein Halbfenster der Mergel-Sandstein-Serie, das in diese Antiklinale nach N vorstößt.

An der alten Militärstraße, die am Bric Campanino entlang zum Col della Perla führt, reißt die "Einheit des Colle di Tenda" etwa an der Höhe 1.902 m ab. Der Grund liegt in einer E-W verlaufenden Störung, durch welche die südliche Fortsetzung um rund 2.000 m nach W verschoben wurde. Mit dieser Störung war wiederum eine vertikale Bewegung verbunden, denn der Jura und der Flysch erheben sich 50-60 m über den von N heranziehenden Flysch noir.

Die Schuppe bildet eine fast senkrecht aufsteigende Wand, an deren Fuß die hier kaum noch befahrbare Militärstraße entlangführt. Die Aufschiebung auf die Mergel-Sandstein-Serie erfolgte nicht nur mit einer Winkeldiskordanz wie im übrigen Arbeitsgebiet, sondern außerdem schräg zur Schichtung. Dabei werden nach S immer jüngere Schichtglieder von der Aufschiebung erfaßt bis einschließlich des Flysch noir,

dem jüngsten stratigraphischen Horizont der "Einheit des Colle di Tenda".

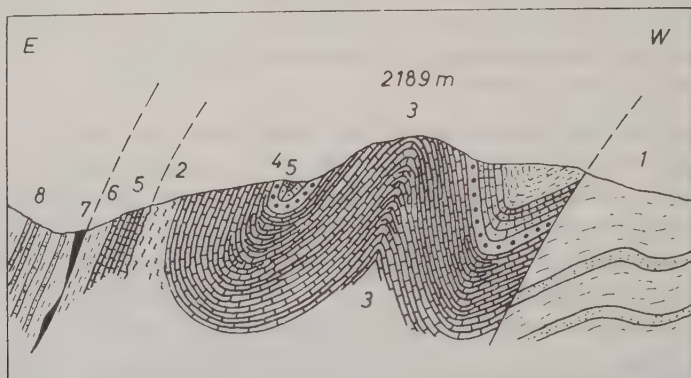


Abb. 4 Profil durch die Stirnfront der "Einheit des Colle di Tenda" östlich des Tendapasses

1 Autochthon

2-6 Parautochthone "Einheit des Colle di Tenda", Subbriançonnais

7-8 Parautochthon

- 1) Mergel-Sandstein-Serie (Basisserie); Eozän,
- 2) Rauchwacken; Mitteltrias,
- 3) Dolomitische Kalke; Malm,
- 4) Basalkonglomerat; Eozän,
- 5) Nummulitenkalk; Lutet,
- 6) Flysch noir s.str.; Eozän (Priabon),
- 7) Mesozoische Schubspäne,
- 8) Oberkreideflysch (Bric Campanino).

Diese sich zum Cima Pepino hinziehende Schuppe stellt ein Sattelgebilde dar, an das sich zu beiden Seiten zwei steil aufgefaltete Mulden anschliessen. Die Falten sind WSW vergent, wobei deren Achsen mit 20° gegen SSE abtauchen. Angrenzend an die aus Malmkalke bestehende östlichste Muldenflanke sind Rauchwacken der Mitteltrias angerissen, auf die sich tektonisch Nummulitenkalke und Flysch noir legen. Die an der Stirnfront der "Einheit des Colle di Tenda" am Bc. Brusata und weiter nordwestlich am Monte Bussaia auf-

tretenden Verfaltungen des Subbriançonnais haben wenigstens zum Teil eine andere Ursache als die eben beschriebenen Falten westlich des Bric Campanino. Während es sich dort ausschließlich um Stauchfalten handelt, die durch den enormen Widerstand während der Aufschiebung entstanden sind, kommt hier noch ein weiterer Grund als Erklärung hinzu: der erst westlich des Valle Vermenagna in großer Mächtigkeit auftretende Kreideflysch nähert sich am Bric Campanino sehr stark der "Einheit des Colle di Tenda" und schiebt von NE auf den Flysch noir. Dadurch kommt es in diesem Bereich, in dem das Subbriançonnais längs der E-W Störung um 2.000 m nach E versetzt ist, wobei dessen Mächtigkeit stark reduziert wurde, zu einer doppelten Auswirkung von Schuppentektonik. Einmal aktiv durch die Aufschiebung auf die Basisserie, zum anderen passiv bei der Aufschiebung des Kreideflysch auf die "Einheit des Colle di Tenda".

3.213 Kreide

Bereits in der mittleren und oberen Trias hatten wir in der Gesteinsfazies Anzeichen für küstennahe Sedimentation. Während einer kurzen und weitreichenden Transgression im Malm (unterer und mittlerer Jura fehlen) haben wir im Untersuchungsgebiet durch die gesamte Kreide hindurch wieder Regressionserscheinungen. Dies drückt sich im Fehlen jeglicher Kreideablagerungen südlich des Vallone Valet aus. Dort folgen über den dolomitischen Kalken des oberen Jura sofort Konglomerate des Eozän. Erst nordwestlich des Tales stellen sich Kreidesedimente ein, die nach Mikrofossilbestimmungen bis in das Turon hinaufreichen. Die Mächtigkeit nimmt in der Richtung zum Monte Bussaiä ständig zu.

3.2131 Echinodermenkalke

Ein erstes kleines Kreidevorkommen ist bei Vallet Amour sottano nördlich des Bc. Brusata aufgeschlossen. Von hier überquert die Kreide das Tal und bildet zusammen mit dem Oberjura den Fuß der Höhe 1.286 m. Beide Horizonte liegen konkordant übereinander.

Die Echinodermenkalke sind sehr grobspätig und enthalten

eine Anzahl von Belemniten und Belemnitenbruchstücken. Durch deren Herauswittern auf den Schichtflächen heben sie sich deutlich von dem Gestein ab und bilden ein gutes Erkennungsmerkmal. Die Belemniten selbst sind stets umkristallisiert und hier nicht näher bestimmbar. S. FRANCHI (1894) beschrieb einige von ihnen aus der Gegend von Roaschia, die der Gattung *Duvalia* angehörten.

Die gelblich-grauen und gutgebankten Echinodermenkalke bestehen oftmals fast ausschließlich aus Crinoidenbruchstücken. Daneben sollen nach L. ZAPPI (1960) möglicherweise auch Reste von Asteroiden und Ophiuren enthalten sein. An Mikrofossilien gibt die Autorin an:

Textularia sp.
Ammodiscus (?)
Rotaliidae sp.
Bolivina sp.
Tintinnidae sp. (selten)
Globigerina sp.
Calpionella elliptica CADISCH.

Somit ergibt sich für die Echinodermenkalke, deren Mächtigkeit zwischen 5-10 m liegt, ein Unterkreidealter.

3.2132 Dünnbankige Kalke

Über der eben beschriebenen Serie folgen konkordant dünnbankige, sandige Kalke von dunkler, blaugrauer Farbe und einer Mächtigkeit von etwa 30 m. Sie bilden die Höhe 1.286 m und deren Steilabfall. Nach NW nimmt die Mächtigkeit in das Arbeitsgebiet von CH. SCHERLER bis auf 100 m zu.

L. ZAPPI (1960), die in einer Arbeit eine Kreidestratigraphie für die "Einheit des Colle di Tenda" aufnahm, beschreibt aus dieser Serie folgende Mikrofossilien:

Rotalipora appenninica
Rotalipora cushmani MORROW
Textularia sp.
Bolivina sp.
Anomalina sp.

Globotruncana lapparenti BROTZEN coronata BOLLI
Globotruncana lapparenti BROTZEN tricarinata QUEREAU
Globotruncana lapparenti BROTZEN angusticarinata GANDOLFI
Globotruncana lapparenti BROTZEN bulloides VOGLER
Globotruncana renzi GANDOLFI
Globotruncana sigali REICHEL
Pithonella ovalis KAUFMANN

und daneben Inoceramenprismen.

Nach L. ZAPPI tritt in den untersten Horizonten dieser Serie eine Vergesellschaftung von *Rotalipora appenninica* und *Rotalipora cushmani* auf, die für ein obercenomanes bis unterturonones Alter spricht. Darüber folgen Globotruncanen der Lapparenti-Gruppe sowie *Globotruncana renzi* GANDOLFI und *Globotruncana sigali* REICHEL. Die beiden letzteren sollen nach R. GANDOLFI das Turon nicht überschreiten.

Noch höhere Kreidehorizonte fehlen. Auf die untere Oberkreide transgredieren die Basalkonglomerate des Eozän, welche südöstlich des Bc. Brusata, wo die Kreide auskeilt, direkt auf den Malm (Bec Matlas - Bec Baral) zu liegen kommen.

3.214 Tertiärflysch

Bei der Ablagerung der "Einheit des Colle di Tenda" erfolgt in fazieller Hinsicht eine gewisse Repetition des autochthonen Sedimentationsraumes. Dort hatten wir ein Mesozoikum, das sich in der Mitteltrias hauptsächlich aus Gipsen und Rauchwacken zusammensetzte. Über ihnen folgten dolomitische Kalke des Oberjura, während Lias und Dogger und meist auch die gesamte Kreide nicht vertreten waren. Auf diesen Jura transgredierte dann ein mächtiger Tertiärflysch, welcher an der Basis aus hellen Nummulitenkalken bestand und das Liegende der Basisserie ausmachte.

Eine derartige Abfolge sehen wir nun auch an der "unité du col de Tende". Über das hier fast gleichartig ausgebildete Mesozoikum transgrediert ein der Basisserie faziell ähnlicher Tertiärflysch. Als neuer Horizont tritt an der Basis ein Konglomerat auf, das zum größten Teil aus permischen Rhyolithgeröllen besteht. Derartige Gesteine kommen

im Mercantour-Massiv nicht vor und können demzufolge von dort nicht geschüttet worden sein. Außerdem sind in den oberen Teilen der Konglomerate in der Matrix bereits Nummuliten enthalten, so daß auch räumlich hierfür keine Möglichkeit besteht, da zu gleicher Zeit rein kalkige Nummulitenkalke im Autochthon sedimentiert wurden.

Als Herkunftsort der biotitreichen Rhyolithgerölle wird von M. LANTEAUME (1958) genau wie vor ihm von S. CONTI, D. ZACCAGNA und S. FRANCHI eine Schwellenzone in der Zone des Subbriançonnais angenommen, deren "basement" die Rhyolithe bildeten. Sie trennte wahrscheinlich das Autochthon vom Parautochthon und bestand das ganze Eozän hindurch. Diese Schwelle belieferte das Subbriançonnais nicht nur mit Kristallingerollen, sondern auch mit kalkigen, sandigen und mergeligen Sedimenten, die zu der heutigen Form der Nummulitenkalke und des Flysch noir führten. Daneben war sie auch der Sedimentspender der Basisserie.

Nach den auch heute noch am Monte Besimauda, einem Berg der Zone des Briançonnais, vorkommenden Rhyolithen erhielten die Gerölle den Namen "Besimaudite".

Wegen des lückenhaft ausgebildeten Mesozoikum als auch wegen der Konglomerate und der groben Sandschüttungen im Eozänflysch kann es sich beim Subbriançonnais um keinen tiefen Sedimentationsraum gehandelt haben. Die Fazies der Ablagerungen spricht vielmehr für küstennahe Bildungen.

Aus den Konglomeraten gehen die Nummulitenkalke hervor, in denen im Gegensatz zu den Nummulitenkalken der Basisserie die sandigen Elemente vorherrschen. Darüber folgt der Flysch noir s.str., ein der Mergel-Sandstein-Serie äquivalenter Horizont.

Dieser Flysch noir entspricht dem parautochthonen Flysch, der am Col d'Allos die Basisserie und im westlichen Teil des Fensters von Barcelonnette die Terre noire des Dogger überschiebt. Nur ist die Ausbildung des Flysch noir bei weitem nicht so sandig wie in der "Einheit des Colle di Tenda". Im parautochthonen Flyschgebiet des Ubaye herrscht eine kalkigere Fazies vor, wobei die Konglomerate und Nummuliten-

tenkalke an der Basis der Überschiebung fehlen. Beide liegen in höheren Horizonten des Flysch und sind rein kalkig.

Im Flysch noir des Subbriançonnais tritt am Monte Sapè eine Antiklinale mit Mesozoikum, Basalkonglomeraten und Nummulitenkalken auf, die im Untergrund mit dem Bc. Brusata verbunden werden kann. Nach SE leitet sie zum Bric Castea über, in dessen Umgebung eine kräftige Gleitbrett- und Schuppentektonik zu beobachten ist.

Der gesamte Komplex des Subbriançonnais selbst wird von triassischen Quarziten und Dolomiten oder von tertiärer Albengaserie überschoben. Die Albengaserie, die in Ligurien den autochthonen Flysch der Zone des Briançonnais darstellt, tritt im Untersuchungsgebiet in tektonischen "Halbfenster" auf. In der Fortsetzung des Ligurischen Troges, der sich nach NW zwischen Colle di Tenda und Colle di Maddalena verschmälert, wird sie ihrerseits vom Mesozoikum des Briançonnais überschoben und ist nur noch bei Vernante und bei Limone/Piemonte aufgeschlossen.

3.2141 Basalkonglomerat

Das Basalkonglomerat leitet die Flyschsedimentation der "Einheit des Colle di Tenda" ein. Dieser Flyschbereich steht damit im Gegensatz zur Basisserie, wo detritische Materialien fehlen. Dort begann die Sedimentation etwas später mit rein kalkigen Nummulitenkalken.

Den Hauptbestandteil des Konglomerates bilden permische Rhyolithgerölle (Besimaudite). U.d.M. erkennt man deren typischen Mineralbestand: Alkalifeldspäte, vollkommen serizitisierte Plagioklase und von Resorptionsschläuchen durchzogene Quarzeinsprenglinge. Trotz der abgerundeten Kristallform lassen sich die einzelnen Quarzdihexaeder noch deutlich erkennen. Selten sind kleine Orthitkristalle, recht häufig dagegen entfärbte Biotitleisten. Die Matrix hat eine ähnliche Zusammensetzung. Der Biotit ist lediglich durch Serizit ersetzt. Hinzu kommt ein geringer Gehalt an Kalzit.

In den oberen Teilen des Konglomerates nimmt der Kalkgehalt im Bindemittel ständig zu. Es erscheinen Nummuliten,

vor allem Nummulites aturicus, die sehr gut erhalten sind. So besitzt zumindest das Hangende des Basalkonglomerates Lutet-Alter.

Die Gerölle zeigen weder graded bedding noch Einregelungserscheinungen. Ein Zeichen, das auf einen kurzen Transport hindeutet. Dies entspricht der Annahme einer ehemals in diesem Bereich gelegenen Schwellenzone, deren Längserstreckung dem NW-SE Streichen der "unité du col de Tende" entsprochen haben dürfte.

Die Größe der Konglomeratkomponenten ist sehr unterschiedlich und schwankt zwischen 1 mm und 20 cm. Die feinen Anteile haben das Aussehen grober Sandsteineinlagen. Je nach dem Verwitterungszustand zeigt dieser Flyschhorizont grünliche oder bräunliche Farbtöne.

Neben dem etwa 90% ausmachenden Kristallinanteil des Konglomerates besteht der verbleibende Rest aus Geröllen der Trias, des Malm und der Kreide. Umkristallisierte Foraminiferen der Kreidebestandteile lassen sich nicht mehr näher bestimmen.

Die Frage, ob die Kreide der "Einheit des Colle di Tenda" ursprünglich eine größere Ausdehnung als heute hatte und lediglich durch die Erosion auf das einzige Vorkommen im Arbeitsgebiet nördlich des Bc. Brusata beschränkt wurde, läßt sich mit Hilfe des Konglomerates beantworten. Mit zunehmender Entfernung von diesem Kreidevorkommen in Richtung Colle di Tenda nehmen deren Anteile in den Geröllen ständig ab und sind in der Nähe des Bec Baral nicht mehr in ihnen zu finden. Ein Beweis dafür, daß die Sedimentation dieser parautochthonen Schuppe auch ursprünglich recht lückenhaft war, und sich der Ablagerungsraum der Kreide, entsprechend der zu beobachtenden Mächtigkeitszunahme nach NW, in diese Richtung öffnete.

Das Konglomerat durchzieht das Gebiet in seiner gesamten Breite und ist wegen seines unfruchtbaren Charakters stets gut aufgeschlossen. Im Valle Matlas, wo es den Hang zum Croce di Baral hinaufzieht, haben die Gerölle bis zu 20 cm Durchmesser, der sich über den Kamm der Costa degli Ardesin in Richtung Gias Creusa sottano immer mehr verringert,

um endlich nur noch den Typus eines sehr groben Sandsteines zu besitzen. Die Spitze der Höhe 1.548 m direkt westlich des Gias wird durch sie gebildet.

Über einen kleinen Aufschluß südöstlich von Limonetto streicht das Konglomerat die Serra Conche hinauf zum Colle di Tenda. Kurz vor Erreichen des Passes springt es nach NE zurück, überquert das Valle Cabanaira und setzt an der schon erwähnten E-W verlaufenden Störung aus. Weitere senkrecht zum Stirnrand der Schuppe verlaufende Störungen unterdrücken das Konglomerat zum Teil auf über 200 m. Die beiden hiervon betroffenen Fälle liegen auf dem Paß nördlich des Fort Alto. Es handelt sich um Vertikalbewegungen. Die Verwerfungen erreichen dabei Sprunghöhen von etwa 10 m, wodurch der Jura gegen den Flysch versetzt wurde.

Da der Colle di Tenda sowohl nach N zur Vermenagna als auch nach S zur Roya recht steil über mehrere hundert Meter abfällt, liegt auch die Erosionsbasis relativ tief. Dadurch ist aber auch die Abtragung in dieser Zone groß, was dadurch zum Ausdruck kommt, daß am Paß selbst das Basalkonglomerat und der Nummulitenkalk nur noch als isolierte Reste auf dem Malm der parautochthonen Schuppe liegen.

Das Konglomerat ist bis auf die genannten Stellen, wo es tektonisch unterdrückt wird, stets ausgebildet. Die Mächtigkeit liegt zwischen 5 und 10 m, kann diesen Wert aber auch gelegentlich beträchtlich überschreiten. Das Streichen und Einfallen schließt sich den allgemeinen Durchschnittswerten aller Serien von 130/25 NE an.

3.2142 Nummulitenkalk

Zwischen dem Konglomerat und dem Nummulitenkalk besteht ein fließender Übergang. Diese Übergangszone wird ungefähr 1 m mächtig. Das Bindemittel des Geröllhorizontes wird gegen das Hangende zunehmend kalkiger. Die Fazies bleibt jedoch stets sehr sandig, daneben auch tonig-schiefrig, so daß die Bezeichnung "Nummulitenkalk" oftmals nicht gerechtfertigt erscheint. Sie unterscheiden sich dadurch beträchtlich von der rein kalkigen Ausbildung des

Nummulitenkalkes in der autochthonen Zones des Flysch.

Durch den Gehalt an tonig-schiefrigen Komponenten haben die Kalke ein dunkelgraues, vielfach schwarzes Aussehen. Beim Anwittern wird der Nummulitenkalk stark gebleicht, und es entstehen hellgraue bis bräunliche Sandkalke, bei denen der sandige Anteil eine rauhe Oberfläche bildet.

Ihr Alter wurde von H. HAGN als Untereozän (Cuise) bestimmt. In den Kalken wurden folgende Fossilien gefunden:

Gastropoden
Einzelkorallen
Ostreen und andere Zweischaler.

An Mikrofossilien wurden von H. HAGN bestimmt:

Discocyclina sp.
Nummulites planulatus
Nummulites partschi,

während M. LANTEAUME:

Nummulites aturicus J.L.
und Nummulites striatus

angibt.

Von den Nummulitenkalken finden sich im Arbeitsgebiet eine Reihe ausgezeichneter Aufschlüsse. Nordwestlich des Gias Creusa sottano auf dem Wege westlich des Vallone Valet läßt sich beobachten, daß die Nummuliten in den sandigen Kalken nur bankweise auftreten, aber dann in einer enormen Anzahl, so daß man sie als Fossilschuttkalk bezeichnen könnte. Die Zwischenlagen sind dagegen oftmals nummulitenfrei.

Das Vorkommen der Kalke schließt sich dem der Basalkonglomerate an. Entlang der alten Paßstraße, die von N zum Colle di Tenda hinaufführt, erreicht der Nummulitenkalk seine größte Ausdehnung. Dies wird bedingt durch das übereinstimmende Einfallen von Berghang und Schichtung.

Wie aus Abbildung 4, Seite 32, ersichtlich ist, bildet der Nummulitenkalk zusammen mit dem Basalkonglomerat und dem Flysch noir die Muldenfüllungen der stark gefalteten "Ein

heit des Colle di Tenda", die sich südlich der E-W Störung zur Bassa Crocetta hin fortsetzt. Westlich des Bric Campanino stellt sich im Liegenden des Kreideflysch nochmals Eozänflysch ein. Diesen im Hangenden und Liegenden von tektonischen Kontakten begrenzten Flyschkomplex vergleicht M. LANTEAUME (1958) mit Schuppen, die an der Basis der "nappe du Flysch à Helminthoides" aufgedrungen und dem Autor zufolge vor allem in der Klippenzone von Triora zu finden sind.

Die isolierte Eozänschuppe mit Nummulitenkalk und Flysch noir s.str. am Bric Campanino trennt M. LANTEAUME von der "Einheit des Colle di Tenda" und bezeichnet sie als "unités s'insérant entre l'unité parautochtone du col de Tende et la nappe du Flysch à Helminthoides".

Es hieße, zumindest an dieser Stelle, die Tektonik unnötig zu komplizieren, wollte man die Schuppe in eine eigene Einheit stellen. Im Gelände läßt sich jedenfalls kein tektonischer Zusammenhang mit dem aufgeschobenen Kreideflysch erkennen.

Die E-W Störung östlich des Passes schneidet den Nummulitenkalk und den Flysch noir der Schuppe genauso im N ab, wie die von S kommende "unité du col de Tende". Sie versetzt ausschließlich den Tertiärflysch und hat im Kreideflysch keine Fortsetzung. Wenn aber die Eozänschuppe vom Kreideflysch mit hochgeschleppt worden sein soll, dürfte sie von einer im Bereich der "Einheit des Colle di Tenda" liegenden Störung nicht erfaßt und im N unterdrückt worden sein.

Daraus ergibt sich aber, daß ein Zusammenhang mit dem Flysch der "unité du col de Tende" besteht, zumal die Gesteinsfazies beider Schuppen vollkommen übereinstimmt. Die naheliegenste Lösung ist, den hangenden Eozänflysch als Abscherungshorizont anzusehen, der sich während der Aufschiebung des Kreideflysch durch die dabei entstandene Kompression von der "Einheit des Colle di Tenda" löste und als selbständige Schuppe mitgeschleppt wurde. Sie kommt dabei auf Rauchwacken des inversen Muldenflügels der Einheit zu liegen.

Die Mächtigkeit der Nummulitenkalke erreicht Beträge bis zu 100 m, die sich im gesamten Arbeitsgebiet nur wenig ändert.

3.2143 Flysch noir s.str.

In den oberen Horizonten des Nummulitenkalkes werden die Fossilien immer seltener und es kommt zur Ausbildung von Sandsteinen mit Mergel- und Schiefererzwischenschichten. Sie erinnern in ihrer Ausbildung stark an die Mergel-Sandstein-Serie der Basisserie und sind mit dieser altersmäßig zu parallelisieren. Der Hauptunterschied besteht darin, daß die Wechsellagerung rascher vor sich geht, so daß die Sandsteinbänke nicht die Mächtigkeit von mehreren Metern erreichen, sondern höchstens 1 bis 2 m. Der Durchschnitt liegt jedoch bei wenigen Zentimetern. Durch das Herauswittern der weichen Mergel- und Schieferlagen erscheint das Gestein wie gebändert. Auch in dieser Serie entsprechen die Sandsteine dem Grès d'Annot, obgleich meist ein etwas stärkerer Kalkgehalt im Bindemittel zu beobachten ist. Die Schieferereinschaltungen haben im frischen Zustand ein dunkelgraues bis schwarzes Aussehen, während sie bei der Verwitterung lehmige Färbungen bekommen. Sie sind als wasserstauende Horizonte vielfach Ursache von Hangrutschungen, welche im Arbeitsgebiet allerdings nur kleinere Ausmaße erreichen.

Neben diesen Komponenten sind im Liegenden der Serie stellenweise Sandkalke aufgeschlossen, die faziell dem Nummulitenkalk entsprechen, ohne daß allerdings darin Fossilien gefunden werden konnten. Sie stellen kalkigere Einschaltungen dar, die auch in höheren Horizonten auftreten.

Trotz der stark wechselnden Fazies im Flysch des Subbrianconnais bestehen zwischen den einzelnen Horizonten meist fließende Übergänge. Ein abrupter Fazieswechsel von schieferig nach sandig wie in der Basisserie ist nicht feststellbar.

Die Aufschlußverhältnisse sind wegen der Schiefer- und Mergellagen, die einen fruchtbaren Boden abgeben, nicht allzu gut. In den höheren Lagen herrscht Almbewirtschaftung vor, während für die tiefer gelegenen Dorfregionen Acker-

bau und Edelkastanienwälder kennzeichnend sind. So beschränken sich die Aufschlüsse meist auf Anrisse an Wegen.

Innerhalb des Flysch noir s.str. stellen sich plötzlich Kalksandsteine ein. Sie wurden anfänglich als selbständiger Horizont angesehen und nach der Typlokalität auf der Costa degli Artésin zwischen Bec Baral und Bric Castea als "Artesinserie" ausgeschieden.

Die Flysch noir-Einschaltungen ("Artesinserie") bestehen aus dunklen Kalkmergeln, in die regellos sandige Lagen (Kalksandsteine) eingeschaltet sind, deren Mächtigkeit zwischen 30 cm und 1 m liegt. Sie wechsellagern mit vielfach stark serizitisierten dunklen, schwärzlichen Schiefern und Kalkmergeln, die Mächtigkeiten von 10 m und mehr erreichen können. Im angewitterten Zustand bekommen die sandigen Kalkmergel ein hellgraues Aussehen, von dem sich die bräunlichen Sandlagen deutlich abheben. Diese sandigen Kalkmergel bilden die charakteristischsten Horizonte der "Artesinserie", welche in keiner anderen Flyschserie des Gebietes in dieser Ausbildung auftreten. Die Kalksandsteine und Kalkmergel erreichen ihre größte Mächtigkeit auf den südöstlichen Hängen der Costa degli Artésin, ziehen von dort nach Tetto Folchi (San Bartolommeo) und lösen sich bei Tetto Fuss innerhalb der Mergel und Sandsteine des Flysch noir auf.

A. GUILLAUME (1960) vergleicht in einer kurzen Notiz diese vom übrigen Flysch noir s.str. faziell abweichende Schichtfolge mit einer Serie, welche M. LANTEAUME (1958) in den Klippen von Triora beschrieben hat. Wörtlich heißt es in der Arbeit von GUILLAUME: "L'ensemble offre un microfaciès Crétacé supérieur identique à celui des klippen du bassin de Triora (M. LANTEAUME)".

Nähere Angaben über die "microfaciès Crétacé supérieur" werden nicht gemacht.

Demnach müßten bei einer derartigen Annahme an der Grenze zwischen parautochthonem Eozänflysch und der "Artesinserie" auf jeden Fall tektonische Kontakte zu finden sein.

Die "Artesinserie" zeigt auf engstem Raume eine starke fa-

zielle Differenzierung in Form von Schiefern, sandigen Kalkmergeln, Kalken und Sandsteinen, die innig miteinander verflochten sind. Eine ähnliche Aufgliederung gibt auch M. LANTEAUME für die Serien der Klippen von Triora an. Mit dieser Tatsache begründet er wenigstens z.T. seinen Vergleich zwischen der "Artesinserie" und der Klippenzone. Für die Faziesdifferenzierung sucht er die Erklärung darin, daß er eine weitgehende Gliederung des Sedimentationsraumes in kleine schmale Schwellen und Becken annimmt. Doch läßt sich allein anhand von faziellen Vergleichen, vor allem im Flysch, keine Parallelisierung vornehmen. Rein faziell ließe sich z.B. der Flysch noir in der "Einheit des Colle di Tenda" mit dem südlich von Barcelonnette im Ubaye-Gebiet nicht mit einander vergleichen. Doch hier stimmt die tektonische Stellung überein, auf die es vor allem ankommt. Eine solche Übereinstimmung der "Artesinserie" mit den Klippen von Triora ist jedoch nicht gegeben.

Die Klippenzone tritt M. LANTEAUME zufolge "sous le front de la nappe du Flysch à Helminthoides" auf, während aber die "Artesinserie" nicht an der Basis des "Flysch à Helminthoides" sondern als Einschaltung innerhalb des tertiären Flysch noir s.str. liegt.

Im allgemeinen sind die Aufschlußverhältnisse wegen der Grasmatten und den fast unbegehbaren Niederwäldern nicht so gut, als daß man den Kontakt zwischen dem Flysch noir s.str. und dem nach M. LANTEAUME auszuscheidenden Horizont sehr häufig aufgeschlossen findet. In den Anrissen bei Tetti Catalin südlich von Santa Anna und von dort auf dem Wege über die Höhe 1.409 m erkennt man jedoch ausgezeichnet alle Übergänge zwischen Flysch noir und "Artesinserie". In den anfänglich ausschließlich aus Kalksandsteinen gebildeten Sedimenten stellen sich nach Norden in zunehmendem Maße Mergel- und Sandsteinbänke des umrahmenden Flysch ein. Einzelne Kalksandsteinbänke finden sich auch noch in höheren Lagen des Flysch noir, ohne in Zusammenhang mit der eigentlichen "Artesinserie" zu stehen. Mit tektonischen Kontakten lassen sich diese Übergänge nicht erklären. Auffallend ist weiterhin, daß sich die "Artesinserie",

die auf der Costa degli Artesin eine Mächtigkeit von über 200 m aufweist, in Richtung Colle di Tenda vollkommen in einzelne Kalksandsteinbänke innerhalb des Flysch noir aufgelöst hat.

Eine weitere Tatsache, welche gegen die Annahme von A. GUILLAUME spricht, ist, daß an allen sonstigen tektonischen Kontakten innerhalb des Arbeitsgebietes, u.zw. an der Basis der "Einheit des Colle di Tenda", an der Basis des Kreideflysch, im Bereich der Aufschiebungen der Albengaserie und des Mesozoikum der Zone des Briançonnais, Verschuppungen auftreten. Sie konnten aber an keiner Stelle des Grenzbereiches zwischen der mergelig-sandigen Fazies des Flysch noir und der kalkig-sandigen Fazies der "Artesinserie" gefunden werden.

Aus all diesem ergibt sich nun, daß sich die Annahme von A. GUILLAUME, daß es sich hierbei um eine selbständige Serie mit einer "microfaciès Crétacé supérieur" handelt, nicht aufrechterhalten läßt. Wir haben es bei der "Artesinserie" vielmehr mit Bildungen zu tun, die gleichfalls dem parautochthonen Flysch der "Einheit des Colle di Tenda" angehören und wie dieser ein Alter besitzt, das zwischen dem Oberlutet und dem Priabon einzuordnen ist. Fossilien wurden bisher in dem Kalksandsteinhorizont nicht gefunden. Ausgenommen sind vereinzelt Helminthoiden. Sie stellen aber im Bereich Kreide-Tertiär kein Altersindiz dar.

Die "Artesinserie" wird allseitig von Flysch noir s.str. umrahmt, wobei der hangende Teil im Valle Arpiola, südwestlich des Monte Vecchio, einen kräftigen Schuppenbau aufweist, der wegen seiner Bedeutung in einem gesonderten Kapitel behandelt wird.

Für die tektonische Stellung der Sedimente des Arpiolatalles, abgesehen von den mesozoischen und tertiären Schuppen, ergeben sich Widersprüche zu den Beobachtungen von M. LANTEAUME, der auch diese Zone, genau wie die "Artesinserie" in der Übersichtskarte einer 1958 erschienenen Arbeit, als "zone des klippes insérés sous le front de la nappe du Flysch à Helminthoides" verzeichnete und beschrieb.

Aber ebenso wie bei den sandig-kalkigen Flysch noir-Ein-

schaltungen zwischen Tetti Catalin und Tetto Fuss bietet sich die gleiche Argumentation an, die gegen eine isolierte tektonische Stellung derselben in Bezug auf die "Einheit des Colle di Tenda" spricht.

Dünne Sandsteinbänke vom Typ Grès d'Annot mit dunklen Mergel- und Schiefereneinschaltungen wie sie für den Flysch noir s.str. typisch sind, ziehen von NW in das Valle Arpiola hinein, überqueren das Valle Vermenagna und werden dort durch eine mächtige Kreideflyschschuppe (Buntschieferserie und Bordigherasandstein) vom Flysch noir der "unité du col de Tende" tektonisch getrennt. Dieser nord-östlich der Buntschieferserie gelegene Eozänflyschanteil keilt in der Nähe von Colli Bernardo (östlich der Punta Buffe) aus. Vom Colle Arpiola aus in Richtung NW zieht der Flysch des Tales über Maira Tempie und vereinigt sich bei Tetto Fuss mit dem Flysch noir, der im Liegenden der "Artesinserie" auftritt.

Da es sich bei den schiefbrig-sandigen Horizonten des Valle Arpiola um eine ausgesprochene Flysch-noir-Fazies handelt, wobei diese Horizonte mit dem im Liegenden des Bric Castea entlangstreichenden Flysch noir nordwestlich des Tales miteinander verschmelzen, erübrigt sich in diesem Bereich die Annahme einer "zone des klippes insérés sous le front de la nappe du Flysch à Helminthoides", zumal der Kreideflysch lediglich in Form kleiner Gleitbretter innerhalb der Flyschserien des Valle Arpiola auftritt.

Bemerkenswert ist die tektonische Beanspruchung des Flysch noir s.str. im Bereich des Valle Arpiola. Der in der französischen Literatur häufig verwandte Ausdruck einer "zone écrasement" hat hier volle Berechtigung. Die Ursache liegt einmal in der großen Anzahl von Schuppen und Gleitbrettern, zum anderen aber auch in der direkt am Nordhang des Arpiolatales liegenden Aufschiebungsbahn der Zone des Briançonnais. Die Sandsteinbänke sind vollkommen in einzelne Linsen aufgelöst und zeigen teilweise Boudinagestrukturen, während die Schiefer und Mergel des Flysch noir stark geschiefert sind. An vielen Stellen genügte die durch die Schieferung erzwungene Raumverkürzung noch nicht, und die

Schiefrigkeitsflächen wurden noch verfaltet. Die Achsen der gefalteten Schiefrigkeitsflächen fallen überwiegend mit 15° - 25° gegen NE ein, tauchen also unter die Zone des Briançonnais, die hier aus Dolomiten der mittleren Trias besteht. Aufschlüsse, in denen aus Raumgründen s_1 noch nachträglich verfaltet wurde, finden sich im Valle Arpiola überaus häufig.

Die Mächtigkeit des gesamten Flysch noir s.str.-Komplexes beträgt mehrere hundert Meter. Es sei jedoch betont, daß eine genaue Mächtigkeitsangabe gerade für diesen Flyschbereich wegen der schlechten Aufschlußverhältnisse nicht gemacht werden kann. Eventuell vorhandene Verschuppungen innerhalb des Flysch noir konnten so möglicherweise nicht erkannt werden. Die unterste Grenze der Mächtigkeit ist bei etwa 200 m anzunehmen.

3.22 Die Schuppe des Monte Sapè

Nordöstlich der Linie Bec Matlas - Bc. Brusata - Monte Bussaia tritt parallel zu dieser eine weitere größere Schuppeneinheit auf, deren Kern Oberjurakalke bilden. Diese Zone setzt zusammen mit der "unité du col de Tende", mit der sie im Untergrund zu verbinden ist, zwischen Gesso- und Sturatal in ihrer zusammenhängenden Form aus und ist darüber hinaus nur noch in einzelnen Schuppen aufgeschlossen. In südöstlicher Richtung bildet der Bergzug des Monte Sapè bis zum Rio Valle Grande eine geschlossene Einheit, löst sich aber über dieses Tal hinaus in einzelne Schuppen auf, wovon ein Rest der Bric Castea darstellt.

3.221 Jura

Die Trias sowie die unteren Teile des Jura sind im Bereich des Rio Valle Grande im Zusammenhang mit der Schuppe des Monte Sapè nicht aufgeschlossen. Die Sedimentation beginnt mit Malmkalken, die faziell vollkommen denen des Bec Matlas oder Bc. Brusata entsprechen. Die hellen marmorisierten Kalke zeigen nur eine schwach angedeutete Bankung, wogegen die Q-Klüftung auch hier sehr stark ausgeprägt ist. Parallel dieser Klüftflächen hat sich der Rio Valle Grande etwa 20 m tief cañonartig in das Gestein eingegraben.

In den Kalken wurden Gastropoden und vor allem Crinoidenreste gefunden, vereinzelt auch Korallenstöcke, Ammoniten- und Aptychenreste. Im allgemeinen sind die Malmkalke jedoch recht fossilarm.

3.222 Kreide

Mit normalem Kontakt folgen östlich des Rio Valle Grande i überkippter Lagerung unter dem Jura dünngebankte Kalke, die faziell denen gleichen, welche nordöstlich des Bc. Brusata gefunden wurden. Die dortige Mächtigkeit, die bis zu 100 m erreichte, ist hier auf 8 bis 10 m reduziert. Eine genaue Altersbestimmung läßt sich wegen der restlos umkristallisierten Mikrofossilien nicht durchführen. Durch fazielle Vergleiche dieser Kalke mit denen des Bc. Brusata ergäbe sich aber auch hier ein obercenomanes bis turones Alter.

Echinodermenkalke der Unterkreide sind im Schnittpunkt Rio Valle Grande - Schuppe des Monte Sapè nicht ausgebildet.

Das Fehlen tektonischer Kontakte zwischen Oberkreide - Malm und Oberkreide - Basalkonglomerat spricht für ein stratigraphisches Auskeilen der Echinodermenkalke, ebenso wie die Mächtigkeitsabnahme der dünnbankigen Oberkreidekalke von 30 m am Bc. Brusata auf etwa 10 m hier an der alten Straße nach Tetto Folchi.

3.223 Tertiärflysch

3.2231 Basalkonglomerat

Ein weiteres Konglomerat, das altersmäßig dem des Bec Baral - Bc. Brusata entspricht, findet sich direkt an der alten Straße im Valle Grande in Richtung Tetto Folchi (San Bartolommeo) nördlich von Tetto Fuss. Es folgt in überkippter Lagerung konkordant auf die Kreide. Dieses Konglomerat entspricht in seinen Geröllbestandteilen dem Kristallinkonglomerat der Zone Colle di Tenda - Bc. Brusat. Dagegen differiert die prozentuale Zusammensetzung der Bestandteile stark. Enthielt das Konglomerat am Bec Baral - Bc. Brusata etwa 90% Kristallinbestandteile und nur etwa 10% kalkige Komponenten, so ist das Verhältnis am Monte Sapè umgekehrt. Hier überwiegen die kalkigen Bestandteile

des Mesozoikum bei weitem die der Rhyolithgerölle. Dieser Wechsel zeigt sich auch im Bindemittel, das fast rein kalkig ausgebildet ist. Trotz der quantitativ anderen Zusammensetzung der Konglomeratbestandteile handelt es sich bei beiden um den gleichen Horizont. In einer etwa 1 m mächtigen Zone finden sich Übergänge zwischen dem Konglomerat und dem stratigraphisch hangenden Nummulitenkalk. Das Konglomerat erreicht an diesem Aufschluß direkt an der alten Straße nach Tetto Folchi eine Mächtigkeit von etwa 10 m.

3.2232 Nummulitenkalk

Auf das Basalkonglomerat der Schuppe des Monte Sapè folgen mit fließendem Übergang zwei faziell unterschiedlich ausgebildete Nummulitenkalke. Ein schematisches Profil westlich von Tetto Verna am Rio Valle Grande ergibt folgendes Bild:

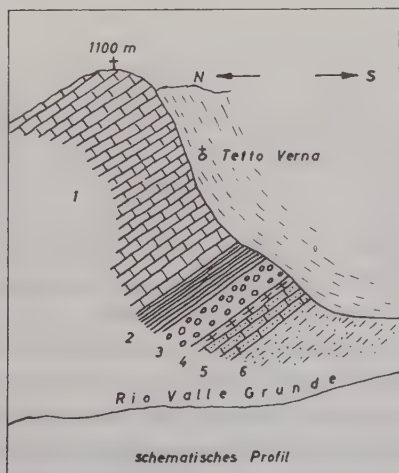


Abb. 5

- 1) Helle dolomitische, stark marmorisierte Malmkalke. Sie entsprechen dem Jura der "Einheit des Colle di Tenda" (Colle di Tenda - Bec Matlas/Bec Baral - Bc. Brusata).

- 2) Dünnegebankte Kalke der Oberkreide, 8 m.
(Gleichzusetzen mit denen des Bc. Brusata).
- 3) Basalkonglomerat des Paläozän (?) - Lutet, 10 m. Vorwiegend kalkig, in untergeordnetem Maße mit Rhyolithbestandteilen. In den hangenden Partien Übergänge in den Nummulitenkalk.
(Gleichzusetzen mit dem Konglomerat der Zone des Colle di Tenda - Bec Matlas/Bec Baral - Bc. Brusata).
- 4) Grauer, hell anwitternder Kalk mit kleinen Nummuliten des Lutet. Nur stellenweise ausgebildet und frei von Geröllen, 1 bis 2 m. (Sie entsprechen faziell den Nummulitenkalken der autochthonen Basisserie).
- 5) Dunkler, starksandiger Kalk mit größeren Nummuliten des Lutet. In den liegenden Partien stets geröllführend, 5 bis 10 m. (Gleichzusetzen mit dem Nummulitenkalk der Zone Colle di Tenda - Bec Matlas/Bec Baral - Bc. Brusata).
- 6) Flysch noir s.str.

Die kalkige Ausbildung des hellen Nummulitenkalkes und des Konglomerates macht nochmals das deutlich, worauf schon bei den Kalksandstein-Einschaltungen innerhalb des Flysch noir auf der Costa degli Ardesin hingewiesen wurde: für eine Erklärung der Faziesdifferenzierung des Flysch der "Einheit des Colle di Tenda" ist eine weitgehende Aufgliederung des Sedimentationsraumes in Schwellen und Becken notwendig. Für das letztere spricht auch das sehr unterschiedliche Vorkommen der Kreidehorizonte. Südöstlich des Bc. Brusata fehlt die Kreide völlig, am Bc. Brusata ist Unter- und Oberkreide in geringer, am Monte Bussai in größerer Mächtigkeit aufgeschlossen. An der Schuppe des Monte Sapè ist lediglich Oberkreide ausgebildet. Für das Auskeilen einzelner Kreidehorizonte oder der gesamten Abfolge sind jedoch keine tektonischen Ursachen verantwortlich, da zwischen den einzelnen Serien stets transgressive Kontakte vorhanden sind.

Eine mit etwa 90° E-W, im Tal zwischen den Höhen 1.100 m und 1.166 m, verlaufende Störung isoliert die Schuppe der

Höhe 1.166 m von der des Monte Sapè. Dieser südöstliche Ausläufer des Monte Sapè trägt nur noch das kalkige Basalkonglomerat und den sandigen Nummulitenkalk unter sich, beide in verringerter Mächtigkeit, während der helle Nummulitenkalk und hier nun bereits auch die Oberkreide fehlen.

Ein kleines, dafür umso wichtigeres Vorkommen von Nummulitenkalken in sandig-kalkiger Fazies findet man am Wege östlich der Höhe 1.166 m, auf dessen Bedeutung im Kapitel über die Tektonik der Monte Sapè-Schuppe eingegangen wird.

3.2233 Flysch noir s.str.

Unter den Kalken der überkippt liegenden Folge findet sich der Flysch noir wieder, der die Verbindung zum Bc. Brusata schafft und sich südöstlich der Höhe 1.166 m mit den Mergel-Sandsteinhorizonten verbindet, welche im Hangenden der Costa degli Artesin-Einschaltungen entlangstreichen. Von hier überquert er zu beiden Seiten des Monte Sapè das Rio Valle Grande.

3.224 Tektonik der Schuppe des Monte Sapè

Dem Nummulitenkalk im Hangenden und Liegenden des Jura der Höhe 1.166 m kommt an dieser Stelle eine besondere Bedeutung zu. Er bildet den einzigen Beleg für die Annahme, daß es sich bei dem Jura um eine überkippt liegende Antiklinale und nicht um eine einseitig gebaute Schuppe handelt.

Durch den Zusammenhang dieser Schuppe mit dem Monte Sapè im Arbeitsgebiet von CH. SCHERLER, das sich nach NW anschließt, wurde diese Antiklinale auch auf die Costa del Sapè übertragen. Hier konnten trotz aller Bemühungen keine weiteren Nummulitenkalkvorkommen gefunden werden.

Die SW-vergente Antiklinale zieht von der Costa del Sapè über das Rio Valle Grande und taucht nordöstlich von Tetto Fuss unter den Flysch noir s.str. ab. Die Sattelachse schiebt mit etwa 15° nach SE ein.

Im Bereich der Costa del Sapè werden die Oberjurakalke der Schuppe sowohl im Hangenden als auch im Liegenden von tektonischen Kontakten gegen die Kreide bzw. gegen die Flyschserien begrenzt. Am inversen Sattelflügel endet diese Ab-

tung verlaufende Störungen in den Malmkalken mit Versetzungsbeträgen zwischen 50 cm und 1 m.

Direkt am Kontakt, unterhalb der fast 25 m senkrecht abfallenden Jurawand, gemessene Schieferigkeitsflächen des Flysch noir verlaufen mit 160/60 NE, die Lineation liegt in 15/10 NW. Die Spezialfältelung im Dezimeterbereich ist südvergent, also von der Schuppe fortgerichtet.

Das Profil VII der beiliegenden Profiltafel zeigt den Zusammenhang zwischen dem Bc. Brusata und der Schuppe des Monte Sapè. Die beiden Juraberge werden danach von einer aus Flysch noir bestehenden Mulde verbunden, deren Achse genau wie die der Antiklinalen SW-vergent ist. Die Faltenachse der am Fuße der Costa del Sapè entlangziehenden Mulde schiebt mit etwa 15° gegen SE ein. Dadurch ist die Muldenfüllung südwestlich des Monte Sapè nur noch in kleinen isolierten Taschen aufgeschlossen, die bis zum Valle Gesso zu verfolgen sind.

Zu beiden Seiten der Mulde, die einen Durchmesser von über 1 km besitzt und von Malmkalken begrenzt wird, treten in stratigraphischer Folge Kreide, Basalkonglomerat, Nummulitenkalke und Flysch noir auf. Sie legen sich im Süden transgressiv auf den Jura des Bc. Brusata. Im Norden, an der Costa del Sapè, war ursprünglich ebenfalls ein transgressiver Kontakt vorhanden, wie er noch heute unterhalb der Höhe 1.100 m zu beobachten ist. Während der pyrenäischen Faltungszeit zwischen Eozän und Oligozän, innerhalb der sich in dieser Region die großartigen tektonischen Vorgänge vollzogen, überschob die Costa del Sapè in Form einer Antiklinalen ihre jüngere Sedimentbedeckung. Dadurch entstanden die vielen Störungen und tektonischen Kontakte an den Sattelflügeln.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Schuppe des Monte Sapè keine isolierte Einheit darstellt, sondern sich mit der "unité du col de Tende" über eine mächtige Flysch noir-Mulde verbinden läßt. Die ursprüngliche Entfernung zwischen beiden Jurakomplexen dürfte etwa 5 km betragen haben. Im Gegensatz zur Stirnfront der "Einheit des Colle di Tenda" taucht die Schuppe des Monte Sapè am Rio Valle Gran-

de ab und hat ihre letzten Ausläufer in dem isoliert liegenden Bric Castea, der an die Schuppenzone des Valle Arpiola grenzt.

Die kalkige Ausbildung des Basalkonglomerates am inversen Sattelflügel des Monte Sapè hängt wohl mit einer ehemals in diesem Bereich gelegenen Schwellenzone zusammen, die, im Gegensatz zu der Kristallinschwelle entlang der Grenze Autochthon - Parautochthon, vor allem mesozoische Kalkgerölle lieferte.

3.23 Die Schuppenzone des Valle Arpiola

Durch den weitvorspringenden Sporn des Monte Vecchio, welcher bereits der Zone des Briançonnais angehört, wird der hangende Teil des Flysch noir s.str. der "Einheit des Colle di Tenda" im Bereich des Valle Arpiola stark komprimiert. In dem plastischen Flyschmaterial wurden aus dem Untergrund Späne mitgeschleppt, die altersmäßig von der mittleren Trias bis in das Lutet reichen. Entgegen der Annahme von A. GUILLAUME (1960) fanden sich keinerlei Anzeichen dafür, daß einzelne Juraschubspäne in Guillestre-Fazies ausgebildet sind.

Da der Flysch noir s.str. bereits in dem Kapitel "Einheit des Colle di Tenda" behandelt wurde, sei an dieser Stelle nicht mehr näher auf ihn eingegangen.

3.231 Der Bric Castea

Südwestlich des Valle Arpiola finden sich zwei von einander isolierte Juraschuppen, die mächtigsten Schuppen innerhalb dieses Bereiches. Schon S. FRANCHI (1894) wies darauf hin, daß der Bric Castea die südöstliche Fortsetzung der abtauchenden Monte Sapè-Antiklinalen ist. Im Gegensatz zum Monte Sapè ist er lediglich von "Nummulitico inferiore" entblößt.

Der Bric Castea (1.800 m) am Colle Arpiola und die zweite Schuppe zwischen Maira Mognin und Santa Anna unterscheiden sich deutlich in ihrem tektonischen Aufbau. Gemeinsamkeiten sind dagegen in ihren Sedimenten vorhanden, die beide hauptsächlich aus stark zerklüfteten hellen marmorisierten

Kalken und Dolomiten mit Crinoidenresten und Stockkorallen bestehen. P. FALLOT und M. LANTEAUME (1956) geben daneben für die Malmkalke folgende Mikrofossilien an:

Trocholina cf. *elongata*

Trocholina alpina

Globochaete alpina LOMBARD.

Sie entsprechen bis ins Detail der Jurafazies des Subbriançonnais, was durch ihren Zusammenhang mit der Schuppe des Monte Sapè, und damit mit der "Einheit des Colle di Tenda" auch zu erwarten ist.

Als Besonderheit tritt inmitten der Malmkalke des Bric Castea eine 3 bis 4 m mächtige Serie von dünngebankten dunkelgrauen etwas sandigen Kalken auf. In Schliffproben wurden folgende Mikrofossilien gefunden:

Calpionella alpina LORENZ

Calpionella elliptica CADISCH

Globotruncanen.

Danach handelt es sich um Kalke des Portland bis Infravalendis. Sie sind also jünger als die im Hangenden und Liegenden auftretenden hellen Kalke und Dolomite.

Diese Grenzserie setzt etwa an der Kammlinie Costa degli Artesin - Colle Arpiola ein und zieht von dort mit etwa 140/45 NE ca. 300 m entlang des südlichen Hanges des Bric Castea. Hier wird sie von einer mit 40° NE-SW verlaufenden Störung abgeschnitten. Derartige etwa senkrecht zum Streichen verlaufende Frakturen sind am Bric Castea überaus häufig, wobei der Jura jeweils nach Südwesten versetzt wird.

Im mittleren Abschnitt des Bric Castea wurden die Portland-Infravalendis-Kalke nicht gefunden. Erst im E des Berges setzt die Serie wieder ein. Diesmal liegen sie im Hangenden mit Normalkontakt auf den Malmkalken. An einer weiteren NE-SW Störung setzen die Malmkalke aus, während die dünnbankige Folge mit 40° streicht und sich noch etwa 100 m in dieser Richtung fortsetzt.

Es hat also den Anschein, als wäre bei der Aufschubung des Bric Castea die Schuppe zerbrochen und an den Störungs-

gen jeweils nach Südwesten versetzt worden. Dabei entstand die Verschleppung der nicht so kompakten Jura-Kreide-Übergangsserie an dem östlichen Ausläufer des Berges.

Aus dem Auftreten der dünngebankten Kalke im Liegenden des Malmhorizontes ergibt sich, daß der Bric Castea genau wie der Bec Matlas - Bec Baral an der Stirnfront der "Einheit des Colle di Tenda" eine Doppelschuppe darstellt. Dabei sind jedoch keine älteren Serien als der Malm mit hochgeschleppt worden.

Die Oberjurakalke, welche eine schlechte Bankung erkennen lassen, setzen sich dann bis etwa Santa Anna fort, ohne daß in diesem Bereich die dünnbankigen Lagen wiedergefunden werden konnten. Das Einfallen ist gleichmäßig nach NE gerichtet.

Der Bric Castea mit seiner Fortsetzung bis Santa Anna stellt den letzten größeren Ausläufer der Schuppe des Monte Sapè dar und gehört der "Einheit des Colle di Tenda" an. Ein weiteres Juravorkommen östlich des Valle Vermenagna, bei Tetti Ghena, das ebenfalls als Schuppe innerhalb des Flysch noir s.str. auftritt, schließt sich dieser Einheit an. Die übrigen Aufschlüsse von Malmkalken in diesem Bereich lassen sich dem Subbriançonnais jedoch nicht zuordnen, sondern gehören entsprechend ihrer Faziesausbildung der Zone des Briançonnais an.

3.232 Die Bedeutung der Gleitbretter innerhalb des Valle Arpiola

Neben dem Bric Castea, der mächtigsten Schuppeneinheit, sind im Flysch noir s.str. des Valle Arpiola und dessen Umgebung eine Anzahl kleinerer Gleitbretter der Trias, der Oberkreide und des Tertiär aufgeschlossen.

Die Schuppenzone entspricht wohl tektonisch den "unités reposant sur l'autochtone ou le parautochtone et s'insérant sous le front de la nappe du Flysch à Helminthoides" von M. LANTEAUNE (1958). Auch von J. DEBELMAS ist 1955 für das Gebiet zwischen Valoise und Guillestre an der Basis der Buntschieferserie ein ähnlicher Schuppenbau beschrieben worden.

Sehr schwer gestaltet sich im Bereich des Valle Arpiola die Zuordnung der Gleitbretter in eine der tektonischen Großeinheiten. Dies gilt besonders für die tertiären Anteile.

Westlich von Tetti Ziton setzen Nummulitenkalke ein, in denen allerdings Nummuliten sehr selten zu finden sind. Es sind sandige, dunkelgraue Kalke, die nur eine schlechte Bankung zeigen. Diese Sedimente bilden keine durchlaufende Schuppe, sondern liegen bis nordwestlich des Colle Arpiola als von einander isolierte Linsen innerhalb des Flysch noir s.str. Der sandige Kalk zeichnet sich gegenüber den Mergeln und Schiefern des Flysch noir durch eine größere Härte aus, wodurch er durch die Verwitterung des ihn umgebenden Materials herauspräpariert wurde. Die letzten Nummulitenkalke in der dunklen etwas sandigen Fazies stehen direkt im Colle Arpiola an. Nordwestlich des Passes liegen mit 130/30 NE stark verkarstete helle Nummulitenkalke. Sie erinnern sehr an diejenigen der autochthonen Basisserie von der Costa Lausea.

Aus Schliffen, die den sandigen Kalken entnommen wurden, bestimmte H. HAGN folgende Mikrofossilien:

Nummuliten (mit großer Anfangskammer)
aus der Distan-Gruppe
Discocyclinen
Globigerinen
Echinodermenreste.

Er gibt das Alter mit oberem Paläozän (Ilerd) bis tieferem Lutet an.

Ein weiteres Tertirvorkommen erscheint im Joch des Colle Arpiola im Liegenden der Nummulitenkalke. Zwischen beide schaltet sich eine schmale Zone Flysch noir ein. Es handelt sich um Kalksandsteine von dunkelgrauer Farbe und splittrigem Bruch, die reich an Hornsteinknollen sind. Dieses Vorkommen zwischen Bric Castea und Monte Vecchio hebt sich im Profil deutlich als Härtling ab.

Die Foraminiferen sind außerordentlich schlecht erhalten. Ein Durchschnitt läßt sich nach H. HAGN mit "Vorbehalt auf Truncorotalia beziehen". Es handelt sich wahrscheinlich um

älteres Tertiär.

Das Vorkommen hat wie fast alle Gleitbretter im Bereich des Valle Arpiola nur eine geringe seitliche Ausdehnung und eine Mächtigkeit von etwa 5 m. Dieser Horizont liegt transgressiv auf kräftig durchbewegten dunkelgrauen mergeligen Kalken. Durch die tektonische Beanspruchung ist der Tongehalt der Kalkmergel ausgeschieden worden, wodurch die Kalke von typischen schwarzen Tonschlieren unregelmäßig durchzogen werden. In den Kalken treten auf:

Heterohelix sp.

Rotalipora sp.

Praeglobotruncana sp.

Globigerinella sp.

Dadurch ergibt sich ein Cenoman-Alter.

Das Problem liegt bei diesen Serien in der tektonischen Stellung in Bezug auf die Flvscheinheiten. Als ursprünglicher Sedimentationsraum der Schuppen kommen die "Einheit des Colle di Tenda" (Subbriançonnais) und die Albengaserie (Zone des Briançonnais) in Frage.

Bei der ersten Annahme ist zu bedenken, daß die Schuppen in den oberen Horizonten des Flysch noir auftreten, also sehr viel höher als die Kreide- und Nummulitenkalkvorkommen der "unité du col de Tende". Sie als vom Untergrund abgelöste und durch den gesamten Flysch hindurchgewanderte Gleitbretter zu erklären, erscheint zumindest recht kompliziert.

Dies gilt ebenfalls für die zweite Möglichkeit. Aus dem Ligurischen Flyschtrog ist bis in das Untersuchungsgebiet eine, bereits der Zone des Briançonnais angehörende, Flyschserie zu verfolgen, die in Ligurien an der Basis streckenweise Konglomerate und Nummulitenkalke führt. Nördlich des Colle di Tenda ist diese "Albengaserie" vom Mesozoikum der Briançonnaiszone überschoben, so daß die Basis der Flyschserie nirgends aufgeschlossen ist. Wenn, dann müßten die Schuppen des Valle Arpiola diesem Bereich entstammen, was wiederum bedeutet, daß sie die gesamte Albengaserie durchwandert haben müßten.

Nun zeigen sich derartige Verschuppungszonen sowohl in Ligurien als auch im Gebiet des Embrunais-Ubaye stets im Liegenden des Kreideflysch, was für einen direkten Zusammenhang zwischen dem Auftreten beider spricht.

Am Bric Campanino, östlich des Colle di Tenda (Abb. 4), finden wir die gleichen Schubfetzen an der Basis der Buntschieferserie aufgeschlossen. Dieser Kreideflyschhorizont löst sich jenseits des Valle Vermentagna, im Valle Arpiola, in einzelne Gleitbretter auf.

Hier ließe sich nun eine entsprechende Verbindung zwischen den Gleitbrettern der Buntschieferserie und den übrigen Schuppen bilden.

Für das Ligurische Flyschgebiet schränkt allerdings M. RICHTER (1961) diese Möglichkeit ein, indem er wörtlich schreibt: "Alle mesozoischen Schuppen und Gleitbretter unter dem Kreideflysch gehören ohne Ausnahme in die Basisserie und stehen in dieser. Der Kreideflysch hat keine älteren Gesteine als solche der Buntschieferserie mitgebracht, die nicht älter als unterstes Turon - unterstes Senon sein dürfte."

Mit dem Einsetzen des Subbriançonnais (Einheit des Colle di Tenda) an der Bassa Crocette ist eine Verbindung der Schuppen mit dem Kreideflysch durchaus denkbar, wie uns das Beispiel am Bric Campanino zeigt.

Auch im Gebiet des Embrunais beschrieb DEBELMAS (1955) derartige Schuppen, die im Grenzbereich Subbriançonnais - Oberkreideflysch liegen.

Nach M. RICHTER stellt der Kreideflysch eine parautochthone Einheit dar, die bei der Annäherung der helvetischen Massive (Mercantour-, Pelvoux-Massiv) fächerförmig auf den überlagernden Tertiärflysch aufgeschoben worden ist.

Es wäre also möglich, daß hierbei vom Oberkreideflysch Schubfetzen mitgeschleppt worden sind.

Dadurch, daß sie von der Trias bis hinauf in eozäne Nummulitenkalke reichen und auf dem Flysch noir s.str. liegen, müßten sie einer höheren und vom Flysch noir-Komplex unabhängigen Einheit des Subbriançonnais angehören.

Die ältesten Serien im Bereich des Arpiolatales stellen fast weiße Dolomite und Rauchwacken der Mitteltrias dar. Daneben treten Malmkalke, Oberkreidekalkmergel und -kalke auf. Diese Kalkmergel setzen wahrscheinlich mit dem Neokom ein. Über ihnen folgen etwa 8 m mächtige hellgraue bis hellbräunliche Kalke, die in dünne Bänkchen zerschert sind. Auf den Scherflächen finden sich Serizitneubildungen, durch welche die Kalke einen seidigen Glanz erhalten. In ihnen treten auf:

Globotruncana cf. *angusticarinata* GANDOLFI

Globotruncana *coronata* BOLLI

Globotruncana *elevata* (BROTZEN)

Globotruncana *arca* (CUSHMAN),

also Serien des höheren Senon. Sie gehen in den hangenden Teilen, ohne daß sie petrographisch unterschieden werden können, in das Paläozän mit

Truncorotalia sp.

und *Globigerina* sp.

über.

Die Übergänge von der Oberkreide in das Paläozän sind typisch für die Schuppenzone an der Basis des Kreideflysch. Sie werden sowohl von M. RICHTER als auch von M. LANTEAUME für den Ligurischen Flyschbereich beschrieben.

Neben diesen in der anliegenden geologischen Karte verzeichneten Gleitbrettern finden sich noch eine Anzahl kleinerer, die nicht mehr erfaßt werden konnten. Es handelt sich bei ihnen hauptsächlich um die gleichen zerscherten Kalke, wie die nördlich und südlich des Bric Castea gefundenen, welche in die Oberkreide gestellt wurden. Meist treten mit ihnen zusammen als Gleitmittel die schon in diesem Zusammenhang erwähnten Rauchwacken der Trias auf. So tritt nördlich von Tetti Zitton, an der sternförmigen Weggabelung im Valle Arpiola, eine mehrmalige Verschuppung von Rauchwacken, Triasdolomiten und Oberkreidekalken sowie Schieferen und Sandsteinen des Flysch noir auf. Die Schieferlagen sind stark serizitisiert und die Kalke in dünne Bänkchen zerschert. Sie haben vielfach Spezialfalten im Dezimeterbe-

reich. Ihre B_2 -Achsen schieben mit 30° gegen NNE ein, tauchen also unter die Triasdolomite des Monte Vecchio.

3.24 Kreideflysch

Bereits in den geologischen Karten von Italien im Maßstab 1 : 100.000, die das Ligurische Flyschgebiet umfassen, wurde von S. FRANCHI, D. ZACCAGNA und V. NOVARESE im zentralen Flyschbereich eine "zona ad Helmintoida lab." ausgedehnt, die sie in das Priabon stellten. Diese Zone entspricht in großen Zügen einem Flyschkomplex, der nach neueren Untersuchungen der Oberkreide angehört.

Eine erste und bisher einzige genaue stratigraphische Gliederung dieses Oberkreideflysch wurde in den Jahren 1959 bis 1961 von M. RICHTER aufgestellt. Er unterscheidet fünf Horizonte, zwischen denen meist fließende Übergänge bestehen.

In der französischen Literatur wird für den Oberkreideflysch der Begriff "unités du Flysch à Helminthoides" verwandt, der in eine "serie gréseuse et calcaire" und einen "complexe de base" untergliedert wurde.

Das größte Problem in Bezug auf den Kreideflysch stellt die Frage nach seiner Herkunft dar. Hier haben sich zwei gegensätzliche Meinungen gebildet, die einmal vor allem von M. LANTEAUME und zum anderen von M. RICHTER vertreten werden. Auf die Probleme beider Theorien ist M. RICHTER in seiner Arbeit "Über den Bau der Ligurischen Alpen, 3. Teil" ausführlich eingegangen. Es sei daher nur noch einmal kurz auf die Fragestellung und deren Deutung eingegangen.

Der Kreideflysch bildet den zentralen Bereich im Ligurischen Trog und liegt zu beiden Seiten mit tektonischen Kontakten auf autochthonem Tertiärflysch, im SW bzw. S auf der Basisserie, im NE bzw. N auf der Albengaserie.

Das Problem liegt in der Frage nach der Herkunft des Oberkreideflysch und somit in der Stellung in Bezug auf die angrenzenden Tertiärflyschkomplexe.

Die Deutung von M. RICHTER geht dahin, daß er den Sedimentationsraum des Oberkreideflysch zwischen dem Mercantour-

Massiv und der Zone des Briançonnais annimmt. Durch eine beträchtliche Einengung des Gebietes im Untergrund erfolgte nach ihm eine fächerförmige Aufwölbung, wobei der Tertiärflysch zu beiden Seiten überfahren wurde.

Eine andere Meinung vertritt M. LANTEAUME (1958). Diesem Autor zufolge waren die Ablagerungsräume des Kreide- und Tertiärflysch getrennt angeordnet. Er spricht von einer "nappe du Flysch à Helminthoides", die aus dem höheren Penninikum als Decke über die Briançonnaiszone hinweggeglitten ist. Daraus ergäbe sich eine Schubweite, die rund 100 km betragen würde.

Aus der Arbeit von M. RICHTER: "Über den Bau der Ligurischen Alpen. 2. Der Flysch des Gebietes San Remo - Alassio (1959) wurde, um ein Gesamtbild vom Oberkreideflysch zu geben, eine Gliederung in kurz zusammengefaßter Form von den Horizonten entnommen, die im Untersuchungsgebiet nicht mehr auftreten:

3.241 Imperiaserie

"Sie ist einige hundert Meter mächtig. Es treten Wechselagerungen von grauen oder blaugrauen, hell anwitternden Mergeln mit dickbankigen Sandkalken und dunkelblaugrauen Mergelkalkbänken auf. Dunkle oft sogar schwärzliche Schiefer sind dazwischengeschaltet. Die Sandkalke zeigen gewöhnlich eine typische gelbliche Verwitterung. Die Schichtflächen der Mergelkalke und grauen Mergel sind meistens von Kriechspuren aller Art übersät.

Die Schliffe und Schlämmpuben aus der Imperiaserie erbrachten folgende Fauna. Nördlich Imperia:

	Globigerinen
	Gümbelinen
selten	Globotruncanen
und	Schwammreste.

Vom Mimosa Camping zwischen Cerva und Diano Marina ergaben graue Mergel:

Ilormosina

Placentamina
Dendrophrya
Trochamminoides
Ostracoden.

Damit ist das Alter auf jeden Fall als Oberkreide zu bestimmen. Da die Imperiaserie die jüngste Serie ist, wird man vielleicht Maastricht annehmen müssen.

Möglicherweise besteht ein fazieller Übergang zwischen Imperiaserie und der liegenden Alassioserie.

3.242 Alassioserie

Die Mächtigkeit wird östlich des Imperotales auf annähernd 600 bis 800 m geschätzt. Sie enthält blaugraue Mergelkalke und Mergel. Manchmal sind die Farben im frischen Zustand fast blau, während sie hellgrau verwittern. Man kann diese Gesteine an die Basis der Alassioserie stellen. Nach oben geht diese Serie in eine Zone von mehr grauen Sandkalken und Mergeln über.

Häufig scheint eine Ähnlichkeit zur liegenden Albengaserie vorhanden zu sein, aber typisch für die Alassioserie sind die auffallend blauen oder blaugrauen Mergel und oft dicken Mergelkalke sowie die Mergelpakete mit muscheligem oder griffeligem Bruch, die mit den Zementmergeln Oberbayerns verglichen werden können.

Sowohl Schliffe als auch Schlämmprouben erbrachten eine Fauna. Sie zeigen z.B. nördlich Taggio neben zweikieligen

Globotruncanen
Dendrophrya
Rhabdammina
Placentamina
Trochamminoides.

Sonst fanden sich reichlich Schwammreste. Eine Probe vom Paß zwischen Cesio und Degna erbrachte nur Radiolarien.

Daraus kann das Alter auf jeden Fall als Oberkreide, vielleicht als Campanien, angenommen werden.

3.243 Saccarelloserie (Helminthoidenflysch i.e.S.)

Die Mächtigkeit beträgt etwa 200 m. Es handelt sich um hell anwitternde, inwendig dunkle und z.T. dickbankige Kalke mit dunklen, breiten und langen Flecken. Die Schichtflächen sind übersät mit Helminthoiden. Es sind reine Kalke von pelagischem Charakter.

Zu dieser Serie gehören weiterhin blaugraue Mergelkalke und Mergel, reich an den bekannten Wurm kriechspuren. Mit ihnen wechseln neben einzelnen Sandsteinbänken, die aus der liegenden Sandsteinserie heraufsteigen, noch schwarze Tonschiefer. Häufig sind Lagen grauer und blaugrauer Griffelschiefer eingeschaltet.

Feinbrekzien mit Quarz und Glimmer treten wiederholt auf.

Die Saccarelloserie wird in ihrem oberen Teil bereits von der Fazies der Alassioserie verdrängt. Es können sich also offensichtlich Saccarelloserie und Alassioserie gegenseitig vertreten.

Aus Schliff- und Schlammproben ergab sich ein Oberkreide-Alter. Folgende Fauna wurde festgestellt: in blaugrauen Mergelkalen vom Paß 1.168 m (südlich Mte. Grande) Gümbelinen und zweikielige Globotruncanen.

Vom Garlandapaß (Mte. Fronté): zweikielige Globotruncanen.

Man kann daher vielleicht Santonien bis Campanien für die Saccarelloserie annehmen."

Diese drei Horizonte des Kreideflysch erreichen das Untersuchungsgebiet im Bereich des Colle di Tenda nicht mehr.

3.244 Bordigherasandstein

Aus der Buntschieferserie heraus entwickelt sich eine Sandsteinfolge, die von M. RICHTER nach ihrer Typlokalität als "Bordigherasandstein" bezeichnet wurde.

Sie erreicht mit ihren letzten Ausläufern noch gerade das Untersuchungsgebiet. Die Aufschlüsse sind ausgezeichnet, obwohl die Hänge z.T. stark verschottert sind. Durch ein

Erosionsfenster an dem kleinen See der Höhe 1.816 m wurde die liegende Buntschieferserie aufgeschlossen.

Trotz der Schwankung in der Korngröße, die im allgemeinen bei 1 bis 2 mm liegt, ist kein graded bedding festzustellen.

Es handelt sich um hellbräunliche Sandsteine, welche an die Grès d'Annot der Basisserie erinnern. Neben gut abgerollten Quarzkristallen finden sich große Glimmerplättchen und Feldspäte. Eine Bankung ist deutlich zu erkennen. Vielfach treten zwischen den einzelnen Sandsteinbänken hellgraue Kalklagen auf, die häufig Helminthoidenspuren enthalten. M. RICHTER bestimmte in Schliffproben, die diesen kalkigen Einschaltungen entnommen waren, Gümbelinen und feinste Schwammreste. Tertiäre Formen fehlten, so daß auch für diesen Horizont ein Oberkreide-Alter in Betracht kommt.

Die Imperiaserie, Alassioserie, Saccarelloserie (Helminthoidenflysch) sowie der Bordigherasandstein entsprechen nomenklatorisch der "série gréseuse et calcaire" französischer Autoren.

3.245 Buntschieferserie

Die Buntschieferserie bildet das Liegende des Oberkreideflysch und entspricht dem "complexe de base" der französischen Literatur. M. RICHTER gab ihr diesen Namen wegen der farblich stark divergierenden Schiefer- und Mergellagen. Neben schwarzen und gelblichen Komponenten sind vor allem leuchtend rote und grüne Horizonte charakteristisch, die weithin sichtbar sind. In diese weichen Sedimente schalten sich harte kieselige Sandsteinbänke ein. Sie sind meist nur wenige Zentimeter mächtig. Typisch ist der stets vorhandene Mangengehalt, der sie von Sandsteinen anderer Serien dieses Areals unterscheidet.

Wegen der starken tektonischen Überprägung konnten im Untersuchungsgebiet nur vollkommen umkristallisierte und nicht näher bestimmbare Mikrofossilien gefunden werden. M. RICHTER belegt die Serie in den Ligurischen Alpen mit:

Globospira

Hormosina
Trochamminoides
Haplophragmoides
Gümbelinen
Globigerinella,

wodurch sich gleichfalls ein Oberkreide-Alter ergibt.

Die Buntschieferserie erreicht das Untersuchungsgebiet am Bric Campanino. Sie läßt sich von dort als geschlossene Einheit bis an das Valle Vermenagna verfolgen, wo sie durch eine innerhalb des Tales verlaufende mächtige Störungslinie abgeschnitten wird. Nordwestlich des Flußlaufes tritt sie im Valle Arpiola nur noch in Schuppenform auf. Das letzte Vorkommen findet sich zwischen Colle Arpiola und Maira Tempie innerhalb des Flysch noir s.str.

3.246 Zur Tektonik des Kreideflysch

Die Kontakte des Oberkreideflysch im Untersuchungsgebiet sind stets tektonisch, die angrenzenden Serien gehören jedoch verschiedenen Einheiten an. Während er in den Ligurischen Alpen stets zwischen den autochthonen Tertiärflyschkomplexen auftritt, schiebt er sich bei Einsetzen des Subbriançonnais an der Bassa Crocetta genau wie im Ubaye-Embrunais zwischen diese Einheit und die Zone des Briançonnais. Im Untersuchungsgebiet löst sich der Oberkreideflysch, in diesem Falle die Buntschieferserie, von diesem Kontakt und schiebt sich in den Flysch noir s.str. der "Einheit des Colle di Tenda".

Die Grenze zwischen beiden ist nicht genau festzulegen, da einmal die Aufschlußverhältnisse sehr schlecht sind und zum anderen große Ähnlichkeiten zwischen dem Flysch noir s.str. und der Buntschieferserie bestehen. Durch das Auftreten der roten und grünen Komponenten, die im Flysch noir nicht vorkommen, läßt sich die Ausdehnung aber im großen feststellen. So wird eine Abnahme der Mächtigkeit zum Valle Vermenagna hin deutlich. Die Ursache liegt in dem Herausheben der B-Achsen gegen NW, welches auch der Grund für das Auskeilen der Bordigherasandsteine ist.

M. LANTEAUNE sieht darin eine Stütze seiner Deckentheorie.

Dieses Argument erscheint jedoch nicht zwingend.

Der Einengungsbetrag im Ligurischen Flyschtrog nimmt in nordwestlicher Richtung ständig zu und erreicht sein Maximum zwischen dem Colle di Tenda und dem Colle di Maddalena. Es erscheint einleuchtend, daß sich diese Zone, in der die zwischen dem Mercantour-Massiv und der Zone des Briançonnais sich einschaltenden Serien besonders stark komprimiert wurden, durch eine besonders kräftige tektonische Überprägung auszeichnet. Wie das Beispiel des Untersuchungsgebietes zeigt, findet sie ihren Ausdruck in einer großartigen Schuppentektonik. Hiervon scheint der Oberkreideflysch trotz der nach SE abtauchenden B-Achsen keine Ausnahme zu machen.

Es hat den Anschein, als wäre diese Flyscheinheit durch die Kompression von ihrer Wurzelzone gelöst worden, so daß sie in dem sie umrahmenden Tertiärflysch schwimmt. Entsprechend dem zunehmenden Einengungsbetrag wird sie nach NW immer stärker herausgepreßt, wodurch die B-Achsen entsprechend nach SE abtauchen.

Auffallend in diesem Bereich ist das plötzliche Auftreten von Buntschieferserie inmitten des Flysch noir s.str. Im gesamten Ligurischen Trog liegt der Oberkreideflysch im S und SW in Kontakt zur Basisserie bzw. zum Flysch noir; im N und NE in Kontakt zur Oberkreide der Briançonnaiszone bzw. Albengaserie, jedoch tritt er niemals innerhalb des Flysch noir selbst auf. Bei Colli Bernard löst sich die Buntschieferserie als Rest des Oberkreideflysch von diesem Kontakt und streicht in den Tertiärflysch des Subbriançonnais. An der Störung, die innerhalb des Valle Vermentina verläuft, setzt die Buntschieferserie aus und tritt jenseits des Flußtales nur noch in Schuppenform u.zw. wiederum inmitten des Flysch noir des Valle Arpiola auf.

Ein Argument, welches M. RICHTER gegen die Deckentheorie anführt, ist, daß in den Mulden der Zone des Briançonnais zwar eozäne Albengaserie (z.B. in der Mulde von Castelvechio), aber nirgends Teile des Kreideflysch gefunden wurden, wie eigentlich zu erwarten sein müßte. Ein weiteres Argument ist, daß trotz der großen räumlichen Ausdehnung,

die der Oberkreideflysch in Ligurien und im Embrunais besitzt, keine älteren Horizonte mitgeschleppt wurden. Bei der Annahme von M. LANTEAUME, daß die Wurzelzone im höheren Penninikum lag, müßte der Oberkreideflysch auf einer Unterlage von Schistes lustrés oder Argille scagliose sedimentiert worden sein. Reste dieser Unterlagen sind bisher jedoch nicht gefunden worden.

Die gleichen Beobachtungen, nämlich das Fehlen von Kreideflyschanteilen in der Zone des Briançonnais und das Fehlen von höherpenninischen Einheiten an der Basis der Buntschieferserie, wurden auch im Untersuchungsgebiet gemacht.

Westlich des Bric Campanino und auch im Valle Arpiola finden sich nun zwar Schubfetzen, die in direktem Zusammenhang mit dem Oberkreideflysch stehen, doch handelt es sich hierbei um triassische Rauchwacken, Oberjurakalke und Oberkreidekalkmergel, wobei gerade die Rauchwacken, die in diesem Bereich typisch für die Schuppen und Gleitbretter sind, auf keine großartigen Deckenbewegungen hindeuten. Diese Annahme unterstreichen auch die Oberjurakalke, die nicht in Guillestre- sondern in Subbriançonnaisfazies ausgebildet sind.

Zeitlich müßte der Deckenschub in der pyrenäischen Fal- tungszeit stattgefunden haben, in der im gesamten hiesigen Flyschgebiet der Schuppenbau angelegt worden ist. Da aber die jüngsten Schichtglieder (Mergel-Sandstein-Serie, Flysch noir s.str. und Albengaserie) bis in das Obereozän (Priabon) hinaufreichen und nach deren Sedimentation vom Oberkreideflysch überfahren worden sein müßten, bleibt nur ein geringer zeitlicher Spielraum für einen derartigen Fernschub.

Ein endgültiger Beweis läßt sich zwar bis heute weder für die eine noch für die andere Theorie erbringen, doch sprechen die Tatsachen mehr für eine autochthone Entstehung des Oberkreideflysch als für eine Decke, deren Schubweite etwa 100 km betragen müßte.

3.25 Zone des Briançonnais

3.251 Albengaserie

Zwischen dem Oberkreideflysch und dem Mesozoikum der Zone des Briançonnais schaltet sich eine Einheit ein, die von M. LANTEAUME (1958) als "unités d'origine indéterminée (unité des schistes grésocalcaires)" bezeichnet wurde. Er sieht sie als eine von NE verfrachtete Serie an, die demzufolge tektonische Kontakte zum Mesozoikum der Zone des Briançonnais haben müßte. Diese "unités d'origine indéterminée" erhielten von M. RICHTER (1959) den Namen "Albengaserie". Er wies nach, daß dieser Flysch und das Mesozoikum der Briançonnaiszone durch innige Verfaltung und Transgressionskonglomerate miteinander verbunden sind. Bis auf lokale tektonische Kontaktüberprägungen herrschen normale transgressive Übergänge vor.

Durch den nordwestlich von Upega auftretenden und quer zum Streichen der Flyschzone bis nach Laignueglia zu verfolgenden Vergenzsattel wechseln die Vergenzen von NNE nach SSW.

So überschneidet westlich dieser Scheitelzone die Albengaserie den Oberkreideflysch bzw. den Flysch noir, während sich das Mesozoikum der Briançonnaiszone seinerseits auf die Albengaserie legt.

Entsprechend der sich nach NW verjüngenden Form des Ligurischen Flyschtroges nimmt die räumliche Ausdehnung der Albengaserie in gleicher Richtung ab und keilt wenige Kilometer westlich von Upega aus. Eine kleinere Flyschmulde mit Albengaserie und Buntschieferserie findet sich nochmals in der Nähe des Colle dei Signori.

Eine diesem Tertiärflysch der Ligurischen Alpen lithologisch vollkommen entsprechende Sedimentfolge wurde innerhalb des Untersuchungsgebietes im Valle Sausa in der Nähe von Maira Rivoira gefunden. Sie überquert in nordwestlicher Richtung zwischen Tetti Porcelli und Tetti Curunel das Valle Grande und ist im Arbeitsgebiet von CH. SCHERLER bis Tetti Ciola zu verfolgen.

Die Serie besteht vor allem aus dunkelblaugrauen, gutge-

bankten Kalken mit wechselndem Sandgehalt. Die Mächtigkeit der einzelnen Lagen liegt bei etwa 10 cm. Die kompakteren sandigen Kalke wechsellagern in unregelmäßiger Folge mit schieferigen-mergeligen Lagen, die infolge ihrer tektonischen Durchbewegung auf den Schichtflächen starke Serizitneubildungen zeigen. Daneben schalten sich gelegentlich grünliche und schwarze Schiefer ein, u.zw. vor allem auf dem Wege westlich von Tetto Curunel und westlich von Tetti Garaudi. In diesem Bereich sind außerdem Sandsteine aufgeschlossen, die dem Grès d'Annot der Basisserie entsprechen. Genau wie dort sind in ihnen völlig regellos dunkle Ton-schmitzen eingeschaltet. Diese Sandsteine der Albengaserie unterscheiden sich von denen des autochthonen Flysch lediglich durch ihre lichtere Färbung. U.d.M. lassen sich vor allem Quarz und Kalifeldspat sowie Serizit feststellen, während Plagioklas mengenmäßig stark zurücktritt und Mikroklin, Chlorit und Hornblende sehr selten sind. Die feine Grundmasse besteht überwiegend aus Quarz und nicht näher auflösbarem Feldspat.

Die einzelnen bei Tetti Garaudi nur je 3 bis 4 m mächtigen Sandsteinbänke vereinigen sich nordwestlich des Valle Grande zu einer über 200 m mächtigen Folge ohne jegliche Mergel- und Schiefereinschaltungen.

Bis auf die kompetenten Sandsteinlagen ist die Albengaserie vielfach im Dezimeterbereich gefaltet und zur zusätzlichen Raumverkürzung geschiefert worden. Der Einfallwinkel der B-Achsen nimmt mit der Annäherung an die Trias des Monte Vecchio kontinuierlich zu. Westlich des Valle Grande liegt dieser Winkel bei 25° SE, steigt östlich des Tales auf 30° SE und erreicht in der Nähe des Kontaktes selbst 35° - 40° SE.

Einheitlich bleibt in diesem Bereich das Einschieben der B-Achsen nach SE. Dadurch kommt es bei Tetti Ciota, westlich des Valle Grande, durch das Herausheben der Albengaserie zu deren Auskeilen.

Im Liegenden wird die Albengaserie im allgemeinen tektonisch vom Flysch noir s.str. des Subbriançonnais begrenzt. Östlich des Valle Grande, bei Tetto Buffa, stellen sich

jedoch plötzlich zwischen beiden Serien dünnebankte Kalkmergel mit typischer Knickfältelung ein. In ihnen treten ohne nähere Bestimmungsmöglichkeit ein- und zweikielige Globotruncanen auf, was auf tiefere Oberkreide schließen läßt. Sie bilden in nordwestlicher Richtung im Untersuchungsgebiet von CH. SCHERLER über mehrere hundert Meter einen normalen stratigraphischen Kontakt.

Die normalerweise an Überschiebungen stets auftretenden Schuppen und Gleitbretter fehlen im Bereich Flysch noir - Kreidekalkmergel bzw. Flysch noir - Albengaserie. Sie wurden nur in den hangenden Kontakten beobachtet. Direkt östlich von Tetto Fustin bildet eine kleine Juraschuppe in Guillestre-Fazies die Höhe 1.189 m, auf die sich tektonisch Dolomite der Mitteltrias legen. Die Schuppe besteht aus hellgrauen Kalken des Malm mit den für die Fazies von Guillestre typischen rötlichen Flecken. In ihnen findet man Crinoidenstielglieder, Gastropoden und vereinzelt auch Cephalopoden von wenigen Zentimetern Durchmesser. Die gutgebankten Kalke streichen mit 20° und fallen mit 60° gegen SE ein.

Die Mächtigkeit der Albengaserie nimmt gegen SE ständig ab. Bei Maira Rivoira verschwindet sie unter den Schutthängen des Monte Vecchio.

Entlang des Valle Arpiola ist die Albengaserie nicht aufgeschlossen. Sie taucht erst wieder direkt in Limone/Piemonte auf, wo sie am Ortsende, direkt an der Eisenbahnlinie in Richtung Colle di Tenda, ansteht. Es handelt sich um graue Mergel und Schiefer, Sandkalke, Kalke und daneben auch um Sandsteine, die wiederum dem Typ Grès d'Annot entsprechen.

Kontakte zum Mesozoikum der Zone des Briançonnais sind wegen der quartären Bedeckung nicht aufgeschlossen.

Innerhalb der Albengaserie taucht südlich von Limone/Piemonte eine Juraschuppe auf, die faziell der von Tetto Fustin, östlich des Valle Grande, entspricht. Diese Schuppe, deren maximale Mächtigkeit etwa 40 m beträgt, löst sich in nordwestlicher Richtung in einzelne Gleitbretter auf. Sie heben sich als Härtlinge deutlich von der haupt-

sächlich aus Schiefern und Kalkmergeln bestehenden Albengaserie ab, zumal ihnen eine zusammenhängende Vegetationsdecke fehlt.

Die Albengaserie setzt sich jenseits der von Moränenschutt bedeckten Costa Serri fort und wird durch den vorspringenden Sporn des Monte Alpetta endgültig abgeschnitten. Bis über den Col della Perla hinaus ist sie dann nicht mehr aufgeschlossen. Erst das bereits erwähnte Vorkommen von Albengaserie am Colle dei Signori bildet zusammen mit der Buntschieferserie die Verbindung zum Ligurischen Flysch-trog.

Von Bedeutung ist die Streichrichtung der Albengaserie bei Limone/Piemonte. Bis an den Steilabfall entlang der Eisenbahnlinie liegt das Streichen genau wie auf der gegenüberliegenden Seite des Vermenagnatales bei durchschnittlich 130° NW-SE, d.h. der Flysch streicht gegen die Triasdolomite des Monte Vecchio. Die Ursache liegt in einer entlang des Flußes verlaufenden Störung, deren nordöstliche Ausläufer in der Zone des Briançonnais gefunden wurden, wo Quarzite und Dolomite der Unter- und Mitteltrias gegeneinander versetzt sind.

Entlang dieser Störung ist der Monte Vecchio um mehr als 2 km weiter nach SW vorgedrungen als der übrige jenseits dieser Störungslinie auftretende mesozoische Anteil der Briançonnaiszone. Dabei hat er die Albengaserie überfahren, wodurch sich keinerlei Aufschlüsse der Flyschserie im Bereich des Valle Arpiola finden. Erst zu Beginn des Valle Sausa, wo der Monte Vecchio nach NE zurückspringt, setzt die Albengaserie, etwa in direkter Fortsetzung der Vorkommen von Limone/Piemonte, wieder ein.

Bei der Fahrt mit dem Sessellift von Limone/Piemonte hinauf zur Punta Buffe schaut man kurz vor dem Erreichen der Seilbahnstation auf die mit dem Hang einfallenden Schichtflächen hellgrauer, feinzerscherter Kalke. Zwischen den Kalklagen sind dunklere Kalkmergel eingeschaltet. Es handelt sich hierbei um eine Klippe von Albengaserie, die auf der Buntschieferserie schwimmt. Zwischen beide schalten sich Oberjurakalke in Guillestre-Fazies ein, wobei die Al-

bengaserie und die Oberjurakalke durch einen transgressiven Kontakt innig miteinander verbunden sind.

B₂-Achsen an diesem Kontakt schieben durchweg mit etwa 20° gegen NE ein. Das Streichen und Einfallen liegt bei 120/20 NE.

Kreideeinschaltungen, wie wir sie z.B. im Bereich des Valle Grande finden, fehlen hier. Ob sie vor der Sedimentation der Albengaserie abgetragen oder ob sie ursprünglich gar nicht abgelagert wurden, läßt sich nicht entscheiden. Wahrscheinlich liegen die gleichen "submarinen Abtragungsercheinungen und Aufarbeitungsvorgänge" vor, wie sie schon als Ursache für die Schichtlücken zwischen Mesozoikum und Flysch bei der Basisserie erwähnt worden sind.

Die Entfernung der Klippe zu der bei Limone/Piemonte zwischen dem Flysch noir s.str. und dem Mesozoikum der Briançonnaiszone eingeschalteten Albengaserie beträgt 1 km. (Über die absolute Aufschiebungsbeträge s. Kapitel 4.0).

Diese, neben der Basisserie, dem Subbriançonnaisflysch und dem Oberkreideflysch 4. Flyscheinheit ist sehr fossilarm. M. RICHTER beschrieb jedoch 1960 eine Folge von Nummulitenkalken, Schiefern und Mergeln, die zwischen dem Col di Nava und Upega an der Basis der Albengaserie auftreten. Sie hatten für die Altersbestimmung dieser Serie größte Bedeutung. In den Kalken fand er neben

gepfeilerten Nummuliten,
Discocyclinen,
Bryozoen
und Lithothamnien.

Das Alter wäre demnach Lutet. Außerdem erbrachten Schliffproben aus dunkelgrauen Mergeln "reichlich Globigerinen des Mitteleozän".

Die Albengaserie keilt im Untersuchungsgebiet von CH. SCHERLER, nordwestlich des Valle Grande, aus. Im Bereich des Valle Gesso ist sie bereits nicht mehr aufgeschlossen. Erst jenseits des Colle di Maddalena finden sich der Albengaserie entsprechende Tertiärvorkommen, die meist als Muldenfüllungen innerhalb der Zone des Brian-

çonnais auftreten. Im Gegensatz zur Albengaserie in Ligurien, wo vor Ablagerung des Flysch die Zone des Briançonnais laramisch gefaltet wurde, besteht im Ubaye-Embrunais keine Diskordanz zwischen dem Mesozoikum und den tertiären Sedimenten.

3.252 Das Mesozoikum der Zone des Briançonnais

Die Kontakte zum Flysch werden hauptsächlich von Quarziten der Untertrias gebildet. Sie haben eine besondere Bedeutung für Vernante bekommen, seitdem auf deren Grundlage hier eine Glasfabrik errichtet wurde, die ständig erweitert und modernisiert wird. In der weitgehend automatischen Anlage wird ausschließlich Fensterglas in verschiedenen Stärken produziert.

Im Schliffbild finden sich neben den mosaikartig ineinander greifenden Quarzkristallen, wenig Orthoklas und kleine in den Zwickeln der Kristalle angeordnete Serizitschüppchen.

Die Quarzite sind teilweise konglomeratisch und enthalten vielfach Eisenverunreinigungen, durch die rote und grüne Färbungen entstehen.

In der Umgebung von Maira Rivoira überschottern die Quarzite die Kontaktzone zwischen Trias, Albengaserie und Flysch noir s.str. Südlich dieser Ortschaft ist in den Schutthängen der Kontaktbereich zwischen dem Flysch des Subbriançonnais und der Trias der Briançonnaiszone lediglich durch die stets im Bereich von Aufschiebungen anzutreffenden Rauchwacken zu erkennen.

Auf die Quarzite legen sich dunkelgraue Kalke der Mitteltrias. Sie sind ähnlich wie die Oberjurakalke meist dolomitisiert und zeigen eine gute Bankung, wobei die einzelnen Bänke etwa 1 m mächtig werden. Fossilien wurden, außer den von anderen Autoren erwähnten Diploporen, nicht gefunden. Die dunklen Kalke zeigen oftmals linsenförmige Einschaltungen hellgrauer Lagen, die, wie direkt am westlichen Straßenrand im Valle Grande, beträchtlichen Umfang annehmen können. Sie sind nicht an die Schichtung gebunden, sondern durchziehen das Gestein völlig willkürlich.

Genau wie die Kontakte zum Flysch an den westlichen Hängen des Monte Vecchio nicht aufgeschlossen sind, so liegt die Aufschiebung auch in der Umgebung von Limone/Piemonte unter den quartären Schuttmassen verdeckt.

Kontakte zwischen Albengaserie und Trias der Zone des Briançonnais sind lediglich zwischen dem Valle Grande und dem Valle Sausa aufgeschlossen. Die B_2 -Achsen des Flysch tauchen mit $35^\circ - 40^\circ$ SE gegen die Trias des Monte Vecchio ab. Zwischen beiden Serien besteht eine Winkeldiskordanz von etwa 10° .

Eine im Valle Vermenagna mit 60° SW-NE verlaufende Störung ist die Ursache für das isolierte Vorgleiten des Monte Vecchio. Dieser Berg überschiebt dabei die Albengaserie zwischen Valle Sausa und Limone/Piemonte und legt sich im Valle Arpiola auf den Flysch des Subbriançonnais. Dadurch entstand die starke Schuppentektonik im Bereich des Tales. Späne der Albengaserie sind jedoch nicht mitgeschleppt worden.

Zwischen der Costa Serri und der Costa Buffe, südlich von Limone/Piemonte, finden sich auf dem Flysch noir s.str. isoliert liegende mesozoische Serien der Zone des Briançonnais. Sie bilden eine Halbklippe, da eine mögliche Verbindung zu der rund 1 km östlich dieses Aufschlusses anstehenden Trias von glazialen und postglazialen Schuttmassen verdeckt ist.

Senkrecht zu den mit etwa 90° streichenden Serien wird die Halbklippe von einer Störung durchzogen, wodurch es zu einem Absinken des nördlich der Störung gelegenen Teiles kommt.

Die Halbklippe endet gegen S bei Colli Bernard und liegt dort im Kontakt zur Buntschieferserie, ohne diese jedoch noch zu überschieben.

Als jüngste Schichtglieder der Halbklippe treten die gleichen Kalkmergel auf, wie wir sie auch im Bereich des Valle Grande am Kontakt Flysch noir s.str. - Albengaserie aufgeschlossen finden.

Es handelt sich um hellgraue Foraminiferenkalke mit einem

starken Mergelgehalt. Bei tonigerer Ausbildung der Mergel nehmen die Sedimente eine dunkelgraue Färbung an. Infolge der intensiven Durchbewegung sind die darin enthaltenen Mikrofossilien fast vollständig umkristallisiert und nicht näher bestimmbar. Einige Dünnschliffe erbrachten ein- und zweikielige Globotruncanen. Es handelt sich also vermutlich um tiefere Oberkreide (Genoman - Turon).

Typisch für diesen Horizont sind die Knickfältelungen, die durch Schieferigkeitsflächen der bereits verfalteten Kalkmergel verursacht werden. Die B_2 -Achsen an der Costa Buffe tauchen mit 15^0 gegen E ab.

Die Oberkreidekalkmergel transgredieren auf hellgraue Oberjurakalke. Sie enthalten die für die Guillestre-Fazies (Zone des Briançonnais) charakteristischen rötlichen Flecken. Hierdurch unterscheiden sie sich von den faziell gleich ausgebildeten Oberjurakalken des Subbriançonnais. Sie sind ebenso wie die Malmkalke der Stirnfront der "Einheit des Colle di Tenda" recht fossilarm. Vereinzelt finden sich Korallen und Echinodermenreste. Der Lias und der Dogger sind nicht ausgebildet. Unter den Jurakalken schalten sich sofort dunkelblaugraue Kalke und Dolomite der Mitteltrias ein. Als Gleithorizont finden sich an der Basis der Halbklippen Rauchwacken.

4.0 Tektonische Synthese des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet läßt sich tektonisch klar in 4 große Einheiten gliedern:

1. Das Mercantour-Massiv mit seiner autochthonen Sedimentbedeckung,
2. Das parautochthone Subbriançonnais ("Einheit des Colle di Tenda", Komplex II von R. MALARODA),
3. Der parautochthone Oberkreideflysch,
4. Die parautochthone Albengaserie mit dem Mesozoikum der Zone des Briançonnais.

Als 5. Einheit kommen möglicherweise die Schuppen infrage, welche am Bric Campanino an der Basis der Buntschieferserie und im Valle Arpiola auftreten. Sie würden eine höhere Einheit des Subbriançonnais darstellen.

Zu 1.: Trotz der autochthonen Stellung der Basisserie finden sich gelegentlich tektonische Kontaktüberprägungen zwischen dem Flysch und dem Mesozoikum des Mercantour-Massives, wie z.B. an der Punta Bussaia.

Bedeutsamer als diese sind die Überschiebungen innerhalb der Mergel-Sandstein-Serie, wie sie durch die Tunnelprofile durch den Colle di Tenda nachgewiesen werden konnten. Mächtige Gips- und Rauchwackenvorkommen sind innerhalb des Flysch aufgefahren worden. Die Überschiebung beträgt mindestens 2 km, wodurch der aufgeschobene Anteil der Mergel-Sandstein-Serie bereits parautochthonen Charakter erhält.

Die Sandsteinlagen innerhalb dieses Flyschkomplexes sind im 10 m-Bereich gefaltet, während die Schiefer- und Mergel-einschaltungen in s_1 stark geschiefert sind. Die Faltenebenen sind überwiegend SW-vergent. Die Faltung bzw. Schieferung wurde durch das aufgeschobene Subbriançonnais hervorgerufen.

Zu 2.: Diese insgesamt von P. FALLOT und M. LANTEAUME als "unité du col de Tende" ausgeschiedene und von R. MALARODA als Komplex II beschriebene Einheit überschiebt auf der Linie Colle di Tenda - Bec Matlas - Bc. Brusata die autochthone Basisserie. Teile dieser Serie wurden lokal (westlich von Limonetto und am Gias Creusa sottano) bei der Aufschiebung von ihrem Untergrund gelöst und als Späne mit

in die Schuppe aufgenommen.

Die "Einheit des Colle di Tenda" vermittelt zwischen dem Mercantour-Massiv (Helvetikum) und der Zone des Briançonnais (Penninikum), wobei nach M. RICHTER das Subbriançonnais in eine nahe Beziehung zum Ultrahelvetikum zu setzen ist.

Die Stirnfront der "unité du col de Tende" ist von einer Vielzahl von Störungen durchsetzt und am Bec Matlas in eine Doppelschuppe zerbrochen, wobei der Bec Baral den zweiten Aufschiebungshorizont darstellt. Am Tendapaß und am Bc. Brusata sind beide Schuppen wieder miteinander verschmolzen, doch läßt sich in einem Profil durch den Bc. Brusata die vermutliche Reißfläche deutlich erkennen.

Mit der "Einheit des Colle di Tenda" ist die Costa del Sapè und deren südöstliche Fortsetzung, der Bric Castea, direkt zu verbinden. Hierauf wies bereits S. FRANCHI 1894 hin. Die B-Achsen der Costa del Sapè und der Flyschmulde (diese Mulde verbindet die Costa del Sapè mit dem Bc. Brusata) tauchen mit 15° gegen SE ab.

Durch Nummulitenkalkvorkommen im Hangenden und Liegenden der Höhe 1.166 m ließ sich nachweisen, daß der Bergzug des Monte Sapè eine Antiklinale darstellt. Diese Antiklinale ist gegen SW auf den Flysch aufgeschoben, wobei es in dieser Zone zu zahlreichen tektonischen Kontakten kam.

Auch hier, im Bereich des Subbriançonnais, treten ausschließlich SW-Vergenzen auf.

Entsprechend der stark wechselnden Fazies und der unterschiedlichen Mächtigkeit des Mesozoikum muß eine starke Gliederung des Sedimentationsraumes in Schwellen und Becken angenommen werden.

Neben B₁-Achsen innerhalb des Flysch noir s.str. sind vor allem im Valle Arpiola Schieferigkeitsflächen ausgebildet, deren Achsen überwiegend gegen NE, also gegen die Trias der Zone des Briançonnais, abtauchen.

Als Überschiebungsweite des Subbriançonnais auf die Basisserie ergibt sich anhand der Tunnelprofile am Colle di Tenda ein Betrag, der bei 6 - 8 km liegt.

Zu 3.: Der Oberkreideflysch stellt den von allen Flysch-einheiten am schwierigsten einzuordnenden Komplex dar. Auf die hiermit im Zusammenhang stehenden Probleme wurde bereits in einem gesonderten Kapitel hingewiesen. Es sei nur noch einmal betont, daß die Tatsachen mehr auf eine autochthone bzw. parautochthone Lage hindeuten (Auffassung von M. RICHTER), als auf eine Decke aus dem höheren Penninikum mit einer Schubweite von etwa 100 km (Auffassung von M. LANTEAUME u.a. französischen Autoren).

Der Oberkreideflysch schaltet sich zwischen dem Subbriançonnais und der Zone des Briançonnais ein, tritt im Untersuchungsgebiet allerdings auch in Form von Schuppen innerhalb des Flysch noir s.str. auf. Nach Auffassung von M. RICHTER ist der Oberkreideflysch am besten ebenfalls dem Subbriançonnais zuzuordnen.

Zu 4.: Hierher gehört der Gegenflügel des Mercantour-Massives und dessen autochthoner Flyschmantel: das Mesozoikum der Zone des Briançonnais und die eoazäne Albengaserie.

Wie M. RICHTER im Ligurischen Flyschtrogl feststellen konnte, bestehen stratigraphische Übergänge zwischen dem Mesozoikum und dem Flysch der Briançonnaiszone, Der Flysch ist also autochthon.

Die Albengaserie ist der einzige Flyschkomplex, der sich nicht durchgehend aus den Ligurischen Alpen bis in das Untersuchungsgebiet verfolgen läßt. Westlich von Upega setzt er aus und ist erst wieder am Monte Alpetta aufgeschlossen.

Im gesamten Aufschlußbereich der Albengaserie überschob das Mesozoikum der Briançonnaiszone während der pyrenäischen Faltung seine eigene Flyschbedeckung, die wiederum auf den Flysch noir s.str. bzw. den Oberkreideflysch glitt.

In dem bearbeiteten Areal stellt die Albengaserie keine durchgehend zu verfolgende Zone dar. Sie ist lediglich in Zwickeln zwischen weniger stark nach SW bewegten Teilen des Mesozoikum der Briançonnaiszone zu erkennen. Nordwestlich des Valle Grande keilt sie endgültig aus. In diesem Bereich fallen die B-Achsen durchweg nach SE ein und stellen sich mit Annäherung an den Monte Vecchio immer steiler.

Der relative Überschiebungsbetrag dürfte bei der Albengaserie und bei dem Mesozoikum der Briançonnaiszone mit je 5 km anzunehmen sein. Unter Hinzuziehung der Aufschiebungsweiten von Basisserie (minimal 2 km) und "Einheit des Colle di Tenda" (6 - 8 km) ergibt sich für die Zone des Briançonnais ein absoluter Schub von etwa 20 km.

Der ursprüngliche Sedimentationsraum des Flysch hatte also eine Breite von rund 30 km. Bei Berücksichtigung der heutigen Breite von durchschnittlich 6 - 7 km erreicht der Eingungsbetrag einen Wert von 70 - 80%.

Der maximale Durchmesser des Ligurischen Flyschtroges von 60 km wird an der Küste zwischen Ventimiglia und Cerialle erreicht. Mit Einsetzen des starren Mercantour-Massives verschmälert sich diese Zone auf etwa 30 km. Das Flyschbecken im Bereich des Colle di Tenda entsprach also anlagemäßig in seiner Breite ungefähr den ligurischen Verhältnissen. Die heutige trompetenförmige Einschnürung wurde erst sekundär durch die nach SW gerichtete Bewegung der Zone des Briançonnais verursacht.

5.0 Quartäre Bildungen und das Relief

5.1 Quartäre Bildungen

Hierzu sind vor allem die eiszeitlichen Moränen zu rechnen, die große Teile des Untersuchungsgebietes bedecken. Es lassen sich deutlich zwei Gletscherzonen erkennen, deren Einzugsgebiet die Kristallinregion des Mercantour-Massives war. Die kleinere Gletscherzone bildete das Valle Grande (heutige Moränenbedeckung bei Pallanfrè 1 km²), mit der ein Gletscher im Valle di Creusa in Verbindung stand, der seinen Ursprung im nordwestlichen Bereich des Bec Matlas/Bec Baral hatte.

Die größte Ausdehnung erreichen die Moränen im Rio Prati della Chiesa und dessen Nebentälern. Sie bedecken hier eine Fläche von etwa 4 km². Entsprechend der Herkunft der Gletscher variiert die Zusammensetzung der Gerölle. Im Valle di Creusa sind es z.B. überwiegend Grès d'Annot-Bestandteile der Basisserie, während die Moränen des Rio Prati della Chiesa vor allem aus Blöcken des Mesozoikum und aus Gneisen des Mercantour-Massives bestehen. Besonders im letztgenannten Tal sind noch deutlich Seitenmoränenwälle zu erkennen. Die Sandsteinbrocken der Basisserie sind zu meist nacheiszeitlichen Ursprungs.

Durch das Herauswittern der Schiefer- und Mergellagen verlieren die Sandsteine ihren Zusammenhang und überschottern in ausgedehntem Maße die Hänge bzw. die Moränen des Rio Prati della Chiesa. Diese postglazialen Bildungen unterscheiden sich von den Gletschergeröllen durch ihre fehlenden Abrollungserscheinungen, obwohl sie auch dort, wegen der geringen Entfernung zum Mercantour-Massiv, nur schwach ausgeprägt sind.

Zu den eiszeitlichen Bildungen gehören auch einige sehr mächtige Kristallinblöcke, die wegen ihrer Größe unmöglich vom Wasser transportiert worden sein können.

Neben diesen glazialen Geröllen sind besonders die ausgedehnten Schuttfächer der dolomitischen Jurakalke zu erwähnen, die außer der normalen Verwitterungsdecke die einzigen quartären Bildungen darstellen. Sie werden durch die sich schneidenden Kluftsysteme verursacht, durch welche die

Kalke in faustgroße Brocken zerfallen. Der Bec Matlas und der Bec Baral sind ausgezeichnete Beispiele hierfür. Das gleiche Bild zeigen die von Triasquarziten gebildeten Hänge des Monte Vecchio.

Die Schuttfächer der Kalke und Quarzite sind praktisch unbewachsen. Einmal wird der Humus in dem locker liegenden Schutt durch das Wasser schnell fortgespült, und zum anderen werden die kleinen Steine durch den nachfallenden Schutt leicht in Bewegung gesetzt.

Bergschlipfe finden sich, wenn auch in recht kleinem Maßstabe, des öfteren im Untersuchungsgebiet. Sie treten bevorzugt in der Basisserie und im Flysch noir auf, in Serien also, die durch ihre Wechsellagerung von Sandsteinen und mergeligem Material zahlreiche Abscherungsflächen besitzen.

Gebiete tiefgründiger Verwitterung ließen sich in dem bearbeiteten Areal nicht nachweisen. Die Böden bedecken nur flach das Anstehende.

Flußterrassen sind nicht vorhanden. Die Flüsse und Bäche, insbesondere der Rio Valle Grande und der Rio Prati della Chiesa, scheinen sich gleichmäßig in das Gestein eingeschnitten zu haben.

5.2 Das Relief

Die morphologischen Strukturen des Gebietes sind vor allem vom geologischen Untergrund abhängig.

Die Flyschserien, insbesondere die der parautochthonen Schuppenzone mit ihren überwiegend schieferig, mergeligen Horizonten, geben der Landschaft einen typischen Mittelgebirgscharakter. Aus diesen weichen Schichten heben sich mit hochalpinen Relief deutlich die hellen Kalke des oberen Jura hervor.

In den klüftigen Kalken treten verschiedentlich kompaktere Lagen auf, die zur Ausbildung von bizarren Nadeln führen und aus denen sie umgebenden Schutthängen herausragen.

Die höchsten Erhebungen, Monte Ciotto Mien (2.378 m) und Monte Creusa (2.384 m), liegen innerhalb der autochthonen

Basisserie. Hier werden die Mergel- und Schieferlagen von den mehreren Metern mächtigen Sandsteinen vor der Verwitterung geschützt. Trotz der Höhe herrschen auch hier die rundlichen Flyschformen vor.

Die hellen autochthonen Nummulitenkalke der Costa Lausea sind überall stark verkarstet. Auf der geneigten Schichtfläche sind tiefe Rillenkarren zu beobachten. Kleinere Höhlen mit einem unterirdischen Entwässerungssystem sind häufig. So fließt das Wasser des Vallone degli Alberghi in den Sommermonaten mehrere hundert Meter unterirdisch und tritt erst wieder im Grenzbereich der das Wasser stauenden Mergel-Sandstein-Serie zutage.

Ein besonders stark ausgebildetes Relief hat der Triasquarzit, der die Steilhänge an der Westflanke des Monte Vecchio aufbaut. Auch die Basalkonglomerate erheben sich stets als morphologische Rippen aus ihrer Umgebung.

Die Vermenagna ist der Hauptfluß des Untersuchungsgebietes. Die Quellflüsse haben ihren Ursprung im Flysch der Umgebung des Colle di Tenda. Dieser Paß bildet die Hauptwasserscheide zwischen der Poebene und der Ligurischen Küste.

Die größten Nebenflüsse der Vermenagna (Rio Prati della Chiesa und Rio Valle Grande) haben zwar ihre Quellen im Kristallin des Mercantour-Massives, sie werden aber hauptsächlich von dem Wasser gespeist, das an den mergelig-schieferigen Horizonten des Flysch abfließt und in kleinen Seitenarmen gesammelt wird. Hier kommt es zu einer relativ starken Tiefenerosion.

Die Talform in den Flyschsedimenten ist, bis auf die glazial überprägten, stets V-förmig. In den Jurakalken des Bc. Brusata und der Costa del Sapè hat sich der Rio Valle Grande cañonartig eingeschnitten, wobei die Talsohle heute in etwa 20 m Tiefe liegt.

Im Arbeitsgebiet läßt sich mit Sicherheit nur eine Einebnungsfläche angeben. Sie liegt in etwa 2.200 m Höhe und bildet die Kämme der Basisserie nordwestlich des Valle Grande zwischen Monte Garbella und Monte Bussaia und südöstlich des Tales zwischen Monte Ciotto Mien und Bec Matlas. Die Umgebung des Monte Besimauda in der Zone des

Briançonnais ist ebenfalls zu dieser Einebnungsfläche zu rechnen.

6.0 Zusammenfassung

Der Arbeit lag die Gliederung von M. RICHTER zugrunde, die er in den Jahren von 1959 bis 1961 für den Ligurischen Flyschtrog zwischen der Zone des Briançonnais und dem Mercantour-Massiv aufstellte.

Es wurde festgestellt, daß die dortige Aufteilung in vier Flyscheinheiten, trotz der starken Einengung im Bereich des Colle di Tenda auf ein Viertel bis ein Fünftel der ursprünglichen Breite, im Untersuchungsgebiet noch vorzufinden ist.

Die eozäne Basisserie (Nummulitenkalk und Mergel-Sandstein-Serie) als autochthone Flyschbedeckung des Mercantour-Massives stellt die einzige Einheit dar, welche bis in das Gebiet des Ubaye-Embrunais durchgehend zu verfolgen ist. Es findet lediglich eine Trennung der bis über das Valle Gesso hinaus in Wechsellagerung auftretenden Mergel und Sandsteine (Typ Grès d'Annot) statt. Bereits bei Demonte im Valle Stura ist die Trennung vollzogen, wobei die Sandsteine das Liegende, die Mergel und Schiefer den hangenden Teil der Basisserie ausmachen.

Die "Einheit des Colle di Tenda" (Komplex II von R. MALARODA) setzt im SE etwa an der Bassa Crocette ein. Sie stellt die mächtigste Schuppeneinheit des Untersuchungsgebietes dar. In zusammenhängender Form ist sie bis in das Stura-tal zu verfolgen, wo sie sich dann in einzelne Gleitbretter auflöst und im Verlaufe dieses Tales auskeilt. Erst jenseits der Wasserscheide ist sie wieder aufgeschlossen. Die "Einheit des Colle di Tenda" vermittelt faziell zwischen dem Helvetikum (Mercantour-Massiv mit seinem Sedimentmantel) und dem Penninikum (Zone des Briançonnais) und ist in das Subbriançonnais zu stellen. Die ältesten Sedimente der "unité du col de Tende" stellen im bearbeiteten Areal Triashorizonte dar, die auf küstennahe Ablagerungen hindeuten. Vom Jura ist lediglich der Malm ausgebildet. Die gesamte Kreide fehlt fast völlig. Erst am Valle Grande stellt sie sich mit nach NW zunehmender Mächtigkeit ein. Das Tertiär beginnt mit einem Basalkonglomerat, auf das Nummulitenkalke transgredieren. Über ihnen folgt der

Flysch noir s.str., ein der Mergel-Sandstein-Serie äquivalenter Flyschkomplex. Eine von A. GUILLAUME aus dem Flysch noir s.str. ausgegliederte sandig-mergelige Sedimentationsfolge mit einer "microfaciès crétacé" ließ sich nicht nachweisen. Es bestehen vielmehr transgressive Übergänge zwischen dieser Kalksandsteineinschaltung und dem Flysch noir.

Vom Oberkreideflysch, der von M. RICHTER in fünf Horizonte aufgegliedert wurde, finden sich im Untersuchungsgebiet nur noch die beiden Basishorizonte, u.zw. die Buntschieferserie und die Bordigherasandsteine. Letztere keilen östlich des Colle di Tenda aus, während die Buntschieferserie sich in Schuppenform bis über den Colle Arpiola hinaus nachweisen läßt. Im Arbeitsgebiet von CH. SCHERLER ist sie nicht mehr nachzuweisen. Der Oberkreideflysch setzt erst wieder, genau wie das Subbriançonnais, in der Nähe des Colle di Maddalena ein.

Ein Deckenbau, wie ihn M. LANTEAUME u.a. französische Autoren annehmen, ließ sich nicht nachweisen. Die Beobachtungen sprechen vielmehr für die Auffassung von M. RICHTER, der einen autochthonen Fächerbau annimmt.

Die letzte Flyscheinheit, die aus dem Ligurischen Flysch-trog zwischen Ventimiglia und Cerialle bis in das Gebiet des Colle di Tenda zu verfolgen ist, bildet die Albengaserie. Sie stellt in Ligurien den autochthonen Gegenflügel zur Basisserie dar und hat genau wie diese eozänes Alter. Als geschlossene Einheit keilt sie wenige Kilometer westlich von Upega aus. Über ein Vorkommen am Colle dei Signori läßt sich die Verbindung zu kleineren isolierten Aufschlüssen am Colle di Tenda herstellen. Hier liegt sie in tektonischem Kontakt zu dem gegen SW aufgeschobenen Mesozoikum der Zone des Briançonnais. Zwischen Valle Grande und Valle Gesso keilt sie dann endgültig aus (vgl. Übersichtstabelle auf der folgenden Seite). Ebenso wie das Subbriançonnais und der Oberkreideflysch findet sich die Albengaserie im Gebiet des Ubaye-Embrunais wieder. In diesem Gebiet sind kleinere Vorkommen mit eozänen Sedimenten aufgeschlossen. Sie lagern konkordant auf dem Mesozoikum der Zone des Briançonnais und sind mit ihr innig ver-

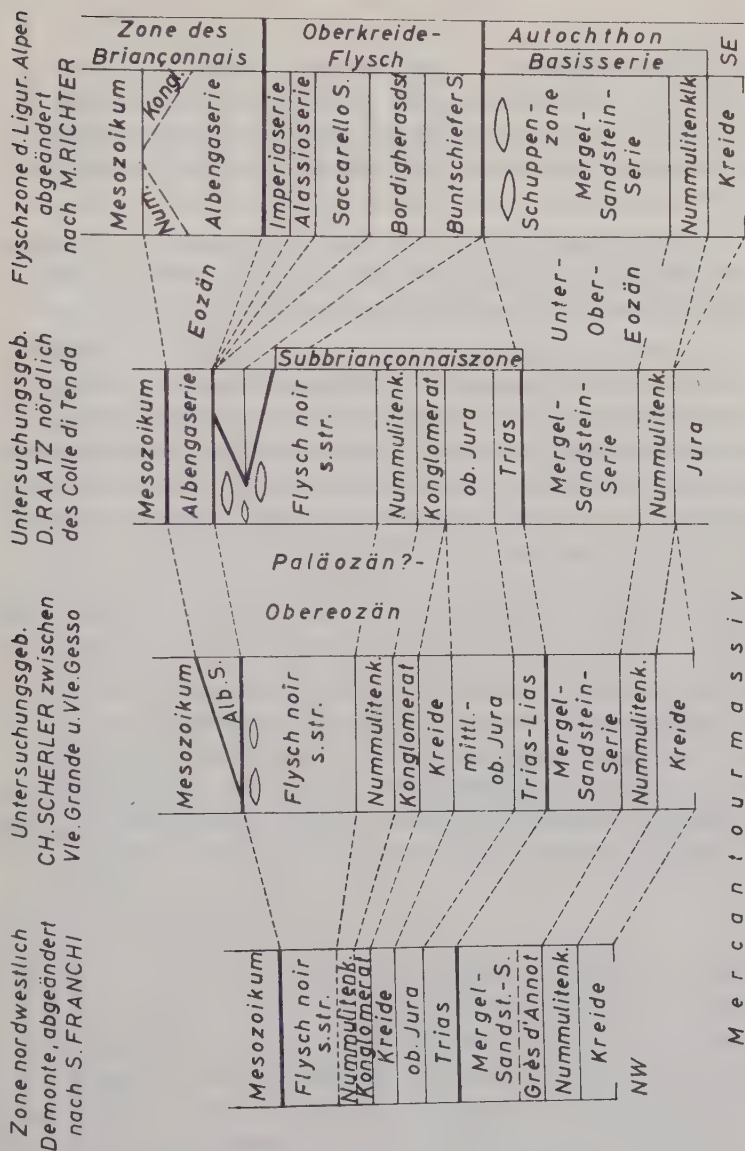


Tabelle I. Stratigraphischer Vergleich zwischen verschiedenen Gebieten des Ligurischen Flyschtroges.

faltet. In ihrer Stellung würden sie der Albengaserie entsprechen, obwohl der Eozänflysch in Ligurien diskordant auf die mesozoischen Serien der Zone des Briançonnais übergreift. Die Ursache liegt in der im Ubaye-Embrunais fehlenden laramischen Faltung, durch welche die Diskordanzen zwischen Mesozoikum und Tertiärflysch im Ligurischen Flysch entstanden.

Mit ihren differenzierten Sedimenten erinnert die Albengaserie sehr an den Flysch noir des Subbrianconnais. Die Sandsteine entsprechen dem Typ Grès d'Annot.

Überschiebungsweiten von 60 km, wie sie von M. LANTEAUME für das Gebiet um den Colle di Tenda angegeben werden, ließen sich nicht bestätigen. Der Betrag dürfte sehr viel geringer sein und etwa 20 - 25 km betragen. Dies würde in Bezug auf die heutige Breite des Flyschraumes einem Einengungsbetrag von 70 - 80% entsprechen. Wegen der geringen Breite der Ablagerungsräume und der lückenhaften, faziell stark differenzierten Sedimentationsfolge, vor allem innerhalb der "Einheit des Colle di Tenda", ist mit keinen grossen Wassertiefen während der Sedimentation zu rechnen.

Das Gebiet wurde vor allem während der pyrenäischen Faltung tektonisch überprägt. Durch sie entstanden die mächtigen Verschuppungszonen. Die Zone des Briançonnais verursachte, durch ihre gegen das starre Mercantour-Massiv gerichtete Bewegung, die einheitliche SW-Vergenz der Schuppen und Gleitbretter sowie fast aller Faltenelemente.

6.1 Riassunto

Il presente lavoro si basa sulla stratigrafia stabilita da M. RICHTER (1959, 1960, 1961) in Liguria nei terreni flyschoidi della zona tra il brianzonese ed il massiccio dell'Argentera.

Si notava che la suddivisione in quattro unità di flysch diversi, esistente in Liguria, si ritrova nell'area studiata nonostante il restringimento notevole (un quarto o quinto della larghezza originale) della regione del colle di Tenda.

L'unica unità che si prosegue ininterrottamente dalla Liguria fino nell'Ubaye-Embrunais è la "Basisserie" (flysch dell'Eocene, calcari nummulitici, e serie di marne ed arenarie). Essa forma la copertura autoctona del massiccio dell'Argentera.

L'unità del colle di Tenda (complesso II di R. MALARODA) ha inizio nel SE nei pressi di Bassa Crocette. Questo complesso è la scaglia tettonica più estesa della zona studiata e si continua nella valle dello Stura dove ha luogo uno scomposimento in piccole scaglie separate che si perdono nel corso di questa valle. Il complesso riaffiora solo al di là dello spartiacque. La facies della unità del colle di Tenda è il collegamento dello Helvetico (massiccio dell'Argentera e la sua copertura sedimentaria) col Penninico (zona del brianzonese) e corrisponde al sub-brianzonese. Qui sono compresi i sedimenti dal Trias medio al Eocene superiore (pag. 87).

La terza unità è formata dal flysch del Cretaceo superiore ("Flysch ad Helminthoidi"). Dei cinque livelli descritti da M. RICHTER in Liguria si riconoscono qui solo quelli due basali, cioè la "Buntschieferserie" ed il "Bordighera-sandstein". Quest'ultimo ha la sua fine settentrionale ad E del colle di Tenda, mentre alcune scaglie della "Buntschieferserie" sono riconoscibili fin oltre il colle Arpiola, però non ricompaiono sul lato sinistro della Valle Grande. Il "Flysch ad Helminthoidi" ed anche il sub-brianzonese riappare solo nei dintorni del colle di Madda-

lena.

Non si poteva trovare le prove di una tettonica a falde sostenuta dagli autori francesi e specialmente da M. LANTEAUME. Le indagini affermano piuttosto l'opinione di M. RICHTER che considera relativamente autoctono tutto il complesso costruito a ventaglio in Liguria.

L'ultima unità del flysch è costituita dalla "Albengaserie" che si estende dalla Liguria (Albenga-Ceriale) fino alla regione del colle di Tenda. Questo flysch rappresenta il tetto stratigrafico del brianzonese e sarebbe un equivalente della "Basisserie" (copertura dell'Argentera). Come questa viene attribuita all'Eocene.

Nella nostra zona il contatto tra la "Albengaserie" ed il mesozoico della zona del brianzonese è risultato essere sempre tettonico a causa della tettonizzazione più intensa. Questo flysch eocenico finisce definitivamente tra la Valle Grande e la Valle Gesso.

Non ci sono indizi per poter confermare una distanza dello sovrascorrimento di 60 km come la vede M. LANTEAUME nei dintorni del colle di Tenda. L'estensione dei movimenti può essere ridotta a 25-30 km. In riguardo alla larghezza attuale della zona tali movimenti avrebbero provocato un restringimento di 70-80%.

L'età della tettonica è prevalentemente pireneica. In questo periodo si formavano le grande zone a scaglie. La vergenza unica verso SO di tutte le grandi scaglie, dei frammenti di scaglie, e di quasi tutte le pieghe è causata dal movimento del brianzonese contre il massiccio fisso dell'Argentera.

7.0 Literaturverzeichnis

- ARGAND, E.: Sur l'arc des Alpes accidentales. Ecgl. Geol. Helvet. 14, 1, 1916
- BALDACCI, L. und FRANCHI, S.: Studio geologico della Galleria del Colle di Tenda (Linea Cuneo - Ventimiglia). Boll. R. Com. Geol. Ital. 1900
- BONI, A.: Messa a punto e considerazioni sul confronto stratigrafico tra i Flysch della Liguria occidentale e dell'Appennino settentrionale. Boll. Soc. Geol. Ital. Vol. LXXX, Fasc. 4, 1961
- CONTI, S.: Sulle Besimauditi delle Alpi Liguri. Rend. Accad. Naz. dei Lincei, Ser. VIII, Vol. V, Fasc. 3-4, 1948
- Le formazioni degli scisti rasati con calcari tabulari e marmorei tra le valli del Tanaro e del Gesso non sono assimilabili alla formazione dei calcescisti. Boll. Soc. Geol. Ital., Vol. LXVII, Fasc. unico, 1950
- und ROVERETO, G.: Geologia del gruppo di Monte Besimauda. Lincei Mem. Sc. Fisiche, Ser. VIII, Vol. III, Sez. II, 3, 1951
- DEBELMAS, J.: Les zones Subbriançonnaises et Briançonnais occidentale entre Vallouise et Guillestre (Hautes Alpes). Mem. Expl. Carte Géol. France, Paris 1955
- und GIDON, M.: Les Coupes du Guil et de Ubaye au travers de la Zone Briançonnais (Hautes- et Basses Alpes). Essai de Corrélation tectonique. Bull. Soc. Géol. France, Ser. (6), 8, 1958
- ELTER, P., HACCARD, D., LANTEAUME, M. und RAGGI, G.: Osservazioni sui rapporti tra Flysch ad Elmintoidi et arenaria superiore nell'Appennino Ligure e nelle Alpi marittime. Boll. Soc. Geol. Ital. LXXX, Fasc. 3, 1961
- FALLOT, P.: Géologie méditerranéenne. Extr. l'Ann. Coll. France, 1957
- Géologie méditerranéenne. Extr. l'Ann. Coll. France, 1957
- und LANTEAUME, M.: Le Col de Tende et le bassin du Rio Freddo. Bull. Carte Géol. France, 53, 1955
- und --: Sur les dislocations de la zone du Flysch au Nord et à l'Est de Tende. Compt. Rend. Ac. Sc., 1956

- FALLOT, P. und LANTEAUME, M.: Observations géologiques sur le chaînon du Monte del Chiamossero (Italie). *Compt. Rend. Ac. Sc.*, 1956
- und --: Sur la géologie du Col de Tende et de ses abords. *Compt. Rend. Ac. Sc.*, 1956
- und --: Feuilles Le Boréon (7-8) et Viève (5-6) au 50.000^e. *Bull. Carte Géol. France*, No. 250, Fasc. B, Tome LIV, 1956
- FAURE-MURET, A. und SUTER, G.: Sur la tectonique du revers italien de l'Argentera-Mercantour. *Compt. Rend. Ac. Sc.*, 1949
- Etudes géologiques sur le Massif de l'Argentera-Mercantour et ses enveloppes sédimentaires. *Mém. Carte Géol. France*, 1955
- und FALLOT, P.: Feuilles Le Boréon, Viève, Saint-Martin-Vésubie et Tende au 50.000^e. *Liaisons tectoniques et stratigraphiques. Bull. Serv. Carte Géol. France*, 1956
- , -- und LANTEAUME, M.: Sur les conglomérats lutétiens de la région de Tende et de la Brigue (Haute Roya). *Compt. Rend. Ac. Sc.*, 1957
- FORNASERI, M.: Studi petrografici sulla zona del Monte Besimauda. *Atti Accad. Naz. dei Lincei*, Ser. VI, Vol. XXIX, 1939
- FRANCESCHETTI, B.: Osservazioni sulla tettonica della regione del Monte Oserot (fianco sinistro della Valle Stura di Demonte fra Pontebernardo e Bersezio, Alpi Marittime). *Rend. Accad. Naz. Lincei*, Ser. VIII, Vol. XXVI, Fasc. 4, 1959
- Nuove osservazioni sulla geologia della regione montuosa posta a nord della Stura di Demonte fra Pietraporzio e Bersezio (Alpi Marittime). *Rend. Accad. Naz. Lincei*, Ser. VIII, Vol. XXIX, Fasc. 1-2, 1960
- Osservazioni e considerazioni sulle intercalazioni di brecce calcareo - dolomitiche della formazione dei Calcescisti nelle Alpi Cozie meridionali (Val Grana e Bassa Valle Stura di Demonte). *Boll. Soc. Geol. Ital.*, Vol. LXXX, Fasc. 4, 1961

- FRANCHI, S.: Contribuzione allo studio del Tortonico e del Cretaceo nelle Alpi Marittime italiane. Boll. R. Com. Geol. Ital., Vol. XXV, Nr. 1-4, 1894
- Sulla tettonica della zona del Piemonte. Boll. Com. Geol. Ital., Vol. XXXVII, Nr. 2, 1906
- Passaggi graduati a forme cristalline, calcescitose e marmore del Nummulitico et del Cretaceo fossiliferi, nelle Valli del Gesso e della Stura di Cuneo. Rend. R. Accad. Naz. Lincei, Ser. 6, 3, 1926
- Enigmi tettonici nei monti di Valdieri e lungo le Valli del Gesso, della Stura e della Vermentagna. Rend. R. Accad. Naz. Lincei, Ser. 6, 6, 1927
- GANDOLFI, R.: Ricerche micropaleontologiche e stratigrafiche sulla Scaglia e sul Flysch cretacei dei dintorni di Balerna (Canton Ticino). Mem. Riv. Ital. Pal., 4, 1942
- GUBLER, Y., FLANDRIN, J., und SIGAL, O.: Sur l'âge du "Grès d'Annot" dans sa localité type (Basses Alpes) Compt. Rend. Ac. Sc., 1952
- GUILLAUME, A.: Géologie de la dorsale comprise entre la Vermentagna et le Val Grande et du massif Bric dell' Omo - Monte Sapè (Province de Cuneo, Italia). Compt. Rend. Ac. Sc., 1960
- , BERNHEIM, PH. und HAAS, J.: A propos de données nouvelles sur les Flyschs du secteur des Gets (Haute Savoie, France). Boll. Soc. Geol. Ital., Vol. LXXX, Fasc. 3, 1961
- Sur les Flysch du Massif du Marguareis et de ses abords (Alpes Maritimes) mise au point des données actuelles. Boll. Soc. Geol. Ital., Vol. LXXX, Fasc. 4, 1961
- KOBER, L.: Beiträge zur Geologie des Nordappennins und der angrenzenden Alpen. S.-B. Akad. Wiss. Wien, 136, 1927
- Bau und Entstehung der Alpen. Wien 1955
- KUENEN, PH. H.: Turbidity currents of high density. Int. Geol. Congr. London, Part VIII, 1950
- und MIGLIORINI, C. I.: Turbidity currents as a case of Graded Bedding. Journ. Geol., Vol. 58, 1950

- KUENEN, PH. H., FAURE-MURET, A., LANTEAUME, M. und FALLOT P.: Observations sur les Flysches des Alpes maritimes francaises et italiennes. Bull. Soc. Géol. France, Ser. 6, 1957
- LANTEAUME, M.: Nouvelles données sur le Flysch à Helminthoides de la Ligurie occidentale. Bull. Soc. Géol. France, 6, VII, 1957
- Schéma structural des Alpes maritimes Franco-Italiennes. Bull. Soc. Géol. France, Ser. (6), 8, 1958
- und HACCARD, D.: Stratigraphie et variations des facies des formations constitutives de la nappe du Flysch à Helminthoides des Alpes - Maritimes Franco-Italiennes. Boll. Soc. Geol. Ital. Vol. LXXX, Fasc. 3 1961
- LUGEON, M. und ARGAND, E.: Sur les grandes nappes de recouvrement de la zone du Piemont. Compt. Rend. Ac. Sc., 1905
- MALARODA, R.: Studi geologici sulla dorsale montuosa compresa tra le Basse Valli della Stura di Demonte e del Gesso (Alpi marittime). Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova, 1957
- PARETO, L.: Cenni geologici sulla Liguria marittima. Genova 1846
- RAATZ, D.: Die Geologie der Flyschzone nordwestlich des Colle di Tenda (Provinz Cuneo / Piemonte, Italien). Unveröff. Dipl.-Arb. Freie Univ. Berlin, 1961
- RICHTER, D.: Tektonische Stockwerke im Flysch der Ligurischen Alpen. Abh. dtsch. Akad. Wiss. Berlin, Festschrift 70. Geburtstag E. KRAUS, 1960
- RICHTER, M.: Zum Problem der alpinen Gipfelflur. Ztschr. f. Geomorphologie, Bd. 55, H. 3-4, 1929
- Über Dehnung und Längung der Gebirge während der Faltung. Geologie, Jhrg. 7, 1958
- Über den Bau der Ligurischen Alpen. 1. Das Fenster von Castelvecchio. N. Jb. Geol. Pal., Abh., Bd. 107, H. 5, 1959
- Über den Bau der Ligurischen Alpen. 2. Der Flysch des Gebietes San Remo - Alassio. N. Jb. Geol. Pal., Abh. Bd. 110, H. 2, 1960

- RICHTER, M.: Beziehungen zwischen Ligurischen Alpen und Nordapennin. Geol. Rdsch. 50, 1960
- . Über den Bau der Ligurischen Alpen. 3. Tektonik und Stellung der Flyschzone. Z. d. g. G., 113, 1, 1961
- ROVERETO, G.: Liguria Geologica. Mem. Soc. Geol. Ital., Vol. 2, 1939
- SACCO, F.: I Monti di Cuneo tra il gruppo della Besimauda e quello dell'Argentera. Atti R. Accad. Sc. Torino, Vol. 42, 1907
- . Il gruppo dell'Argentera. Mem. R. Accad. Sc. Torino, Ser. 2, 61, 1911
- SCHERLER, CH.: Geologie der Flyschzonen zwischen Monte Garbella und Monte Bianco bei Vernante, Provinz Cuneo/Piemonte (Italienische Meeralpen). Unveröff., Dipl.-Arb. Freie Univ. Berlin, 1961
- . Zur Geologie der Flyschzonen zwischen Valle Grande di Vernante und Valle Gesso, Provinz Cuneo/Piemonte (Italienische Meeralpen). Diss.-Arb. Freie Univ. Berlin, 1963
- SCHNEEGANS, P.: Observations sur racines de la Nappe de l'Ubaye dans la vallée de la Stura (Alpes italiennes). Compt. Rend. Soc. Géol. France, 1933
- STAUB, R.: Über die Beziehungen zwischen Alpen und Apennin und der Gestaltung der alpinen Leitlinien Europas. Ecgl. Geol. Helvet., Vol. 44, Nr. 1, 1951
- STREIFF, P.: Zur Geologie des Finalese (Ligurien, Italien). Diss.-Arb. Zürich, 1956
- SEILACHER, A.: Zur ökologischen Charakteristik von Flysch und Molasse. Ecgl. Geol. Helvet., Vol. 51, Nr. 3, 1958
- WUNDERLICH, H. G.: Über Verformung kompetenter und inkompetenter Wechsellagerungen und den Zusammenhang von Faltung und Schieferung. Z. d. g. G. 112, 1, 1960
- . Deckenbau, Faltung und Lineation in den Ligurischen Alpen und im angrenzenden Appennin. Nachr. Akad. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl., Nr. 5, 1958
- ZACCAGNA, D.: Sulla geologia delle Alpi occidentali. Boll. R. Com. Geol. Ital., 1887
- ZAPPI, L.: Il Cretaceo subbrianzone di alta Val Grande (Alpi marittime). Accad. Naz. Lincei, Ser. VIII, Vol. XXVIII, Fasc. 6, 1960

Carta Geologica d'Italia i. M. 1 : 100.000, Foglio 91:
Boves. Aufgenommen von D. ZACCAGNA und S. FRANCHI.
R. Ufficio Geologico, 1934

Lebenslauf

Am 10. April 1935 wurde ich, Dietrich Raatz, als Sohn des Arztes Dr. med. Georg Raatz und seiner Ehefrau Luise, geb. Buschner, in Berlin geboren.

In den Jahren von 1941 - 1945 besuchte ich die Volksschulen in Berlin-Neukölln und in Dramburg/Hinterpommern, anschließend die 1. Oberschule wissenschaftlichen Zweiges in Berlin-Neukölln, wo ich am 5. März 1954 die Reifeprüfung bestand.

Nach neunmonatiger Praktikantenzeit als Bergbaubeflissener in der Steinkohle und im Eisenerz ließ ich mich am 24. März 1955 an der Freien Universität Berlin für die Fachrichtung Geologie der Math.-Nat. Fakultät immatrikulieren. Im Wintersemester 1956/1957 und im Sommersemester 1957 studierte ich in der gleichen Fachrichtung an der Universidad Central de Venezuela in Caracas. Ich beendete das Studium im Juli 1961 mit der Diplomprüfung.

Meine Lehrer an der Freien Universität Berlin waren die Herren Professoren: M. Richter, R. Schönenberg, G. Bischoff (Geologie und Paläontologie), K.-R. Mehnert (Mineralogie), K.F. Jahr, W. Lautsch (Chemie), H. Lassen, F. Hohnerjäger (Physik), W. Ulrich (Zoologie), Drawert (Botanik), E. Fels, R. Meckelein (Geographie) und die Herren Dozenten: W.G. Kühne (Paläontologie) und Kohler (Mineralogie).



